


ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО

Кафедра загальної, біонеорганічної, фізикоїдної хімії



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор з науково-педагогічної роботи

 доц. Солонинко І.І.
"10" _____ 2023 р.

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЗА ВИБОРОМ**

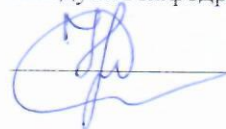
ВБ 1.7 БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИТТЯ

підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти
галузі знань 22 «Охорона здоров'я»
спеціальності 221 «Стоматологія»

для студентів 1-го курсу стоматологічного факультету

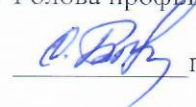
Обговорено та ухвалено

на методичному засіданні кафедри
загальної, біонеорганічної, фізикоїдної 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, фізикоїдної хімії
Львівського національного медичного університету ім. Данила
Галицького, професор, доктор фарм. наук Драпак І.В.;

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

асистент кафедри загальної, біонеорганічної, фізикоїдної хімії
Львівського національного медичного університету ім. Данила
Галицького канд. фарм. наук Сулима М.І.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

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

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни за вибором «Біологічна роль елементів життя»
відповідно до Стандарту вищої освіти *другого (магістерського) рівня*
галузі знань 22 «Охорона здоров'я»
спеціальності 221 «Стоматологія»
освітньої програми *магістра стоматології*

Опис навчальної дисципліни за вибором (анотація)

Навчальна дисципліна за вибором «Біологічна роль елементів життя» є органічним доповненням і поглибленням вивчення однієї з фундаментальних природничих дисциплін у системі вищої медичної освіти, знання якої необхідні для плідної, творчої діяльності фахівців у галузі охорони здоров'я. Знання, набуті при вивченні Навчальної дисципліни за вибором, необхідні для плідної, творчої діяльності фахівців у галузі стоматології. Вивчення Навчальної дисципліни 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 охорони здоров'я.

Знання з Навчальної дисципліни за вибором «Біологічна роль елементів життя» дозволять майбутньому фахівцю оволодіти найсуттєвішим навичками якісного і кількісного прогнозування вірогідності перебігу біохімічних процесів та фізико-хімічними основами інтерпретації різного типу рівновагу біологічних системах.

Структура навчальної дисципліни	Кількість кредитів, годин, з них			Рік навчання семестр	Вид контролю	
	Всього	Аудиторних				
		Лекцій (годин)	Практичних занять (год.)			
Назва дисципліни: Навчальна дисципліна за вибором «Біологічна роль елементів життя» <i>Змістових модулів 1</i>	3,5 кредити / 105 год.	10	30	65	1 курс (1семестр)	залік
за семестрами						
<i>Змістовий модуль 1</i> <i>Біологічна роль елементів життя</i>	1 кредит / 30 год.	10	30	65	1 семестр	залік

Предметом вивчення Навчальної дисципліни за вибором є: хімічні основи процесів життєдіяльності організму, які ґрунтуються на основних хімічних закономірностях. У Навчальній дисципліні 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 Навчальної дисципліни 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 Навчальної дисципліни 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 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 рівновагу біологічних системах у вирішенні конкретних задач у галузі медицини 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 **загальних компетентностей:**

ЗК 5. Здатність спілкуватися англійською мовою.

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

ФК 1. Спроможність збирати медичну інформацію про пацієнта і аналізувати клінічні дані.

ФК 2. Спроможність інтерпретувати результат лабораторних та інструментальних досліджень.

ФК 14. Спроможність ведення нормативної медичної документації.

ФК 15. Опрацювання державної, соціальної та медичної інформації.

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

Матриця компетентностей

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
		Зн1 Спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи Зн2 Критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	Ум1 Розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог Ум2 Проведення дослідницької та/або інноваційної діяльності	К1 Зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються К2 Використання іноземних мов у професійній діяльності	АВ1 Прийняття рішень у складних і непередбачуваних умовах, що потребує застосування нових підходів та прогнозування АВ2 Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди АВ3 Здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним

№	Компетентність	Знання Зн1 Спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи Зн2 Критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	Уміння Ум1 Розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог Ум2 Проведення дослідницької та/або інноваційної діяльності	Комунікація К1 Зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються К2 Використання іноземних мов у професійній діяльності	Автономія та відповідальність АВ1 Прийняття рішень у складних і непередбачуваних умовах, що потребує застосування нових підходів та прогнозування АВ2 Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди АВ3 Здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним
Інтегральна компетентність					
Здатність розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у галузі охорони здоров'я, або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов та вимог.					
Загальні компетентності					
1.	ЗК 5. Здатність спілкуватися англійською мовою.			К1	
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності					
1.	ФК 1. Спроможність збирати медичну інформацію про пацієнта і аналізувати клінічні дані.	Зн2	Ум1	К1, К2	
2.	ФК 2. Спроможність інтерпретувати результат лабораторних та інструментальних досліджень.	Зн1	Ум1		АВ1

№	Компетентність	Знання Зн1 Спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи Зн2 Критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	Уміння Ум1 Розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог Ум2 Проведення дослідницької та/або інноваційної діяльності	Комунікація К1 Зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються К2 Використання іноземних мов у професійній діяльності	Автономія та відповідальність АВ1 Прийняття рішень у складних і непередбачуваних умовах, що потребує застосування нових підходів та прогнозування АВ2 Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди АВ3 Здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним
3.	ФК 14. Спроможність ведення нормативної медичної документації.			К1	АВ1
4.	ФК 15. Опрацювання державної, соціальної та медичної інформації.	Зн2		К1 К2	АВ1 АВ2

Результати навчання:

Інтегративні кінцеві програмні результати навчання, формуванню яких сприяє навчальна дисципліна:

ПРН 2. Збирати інформацію про загальний стан пацієнта, оцінювати психомоторний та фізичний розвиток пацієнта, стан органів щелепно-лицевої ділянки, на підставі результатів лабораторних та інструментальних досліджень оцінювати інформацію щодо діагнозу (за списком 5).

ПРН 3. Призначати та аналізувати додаткові (обов'язкові та за вибором) методи обстеження (лабораторні, рентгенологічні, функціональні та/або інструментальні) за списком 5, пацієнтів із захворюваннями органів і тканин ротової порожнини і щелепно-лицевої області для проведення диференційної діагностики захворювань (за списком 2).

ПРН 4. Визначати остаточний клінічний діагноз дотримуючись відповідних етичних і юридичних норм, шляхом прийняття обґрунтованого рішення та логічного аналізу отриманих суб'єктивних і об'єктивних

даних клінічного, додаткового обстеження, проведення диференційної діагностики під контролем лікаря-керівника в умовах лікувальної установи (за списком 2.1).

Результати навчання для курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя»:

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 навчальної дисципліни

На вивчення курсу за вибором відводиться 3,5 кредити ЄКТС / 105 годин.

Змістовий модуль 1.

«Біологічна роль елементів життя»

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

Біонеорганічна хімія.

Основні заходи профілактики інфікування і поширення COVID-19

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).

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

Тема 2. Хімічні елементи у геосфері та біосфері. Положення біогенних елементів у періодичній системі Д.І.Менделєєва. Поняття про мікроелементози 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.

Мікроелементози 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.

Тема 4. Хімічний склад крові та функція окремих елементів у ній

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.

Тема 6. Макроелементи неметали (P, S, Cl)

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. Сульфідні металів і неметалів, їх розчинність 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 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 8. 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)

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, Мо з 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, Мо. 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 додатних значеннях ступеня окиснення. Сполуки з Оксигеном і міжгалоїдні 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. 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 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-іонами. 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. Основні заходи профілактики інфікування і поширення COVID-19	0,5	1	4	
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	2	4	
3. Тема 3. Хімічний склад клітини. Мінеральні та органічні речовини у складі клітини	0,5	2	4	
4. Тема 4. Хімічний склад крові та функція окремих елементів у ній	0,5	2	4	
5. Тема 5. Біоелементи органогени (O, C, H, N)	1	2	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 у складі 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	2	4	
11. Тема 11. Умовно життєво необхідні мікроелементи метали та металоїди (Ni, V, As, Li)	0,5	2	4	

12. Тема 12. Хімічні потенційно токсичні мікроелементи (Rb, Ag, Au, Zr, Sn, W, Ge, Ga, Sr, Ti)	0,5	2	5	
13. Тема 13. Токсичні мікроелементи (Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb)	0,5	2	4	
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	2	4	
16. Тема 16. Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук	0,5	2	4	
Разом за змістовим модулем 1	10	30	65	
Усього годин 105 / 3,5 кредити ECTS	10	30	65	
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. Біоорганічна 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	3
2.	Хімічний склад клітини. Мінеральні та органічні речовини у складі клітини. Хімічний склад крові та функція окремих елементів у ній	3
3.	Біоелементи органогени (O, C, H, N). Макроелементи неметали (P, S, Cl)	3
4.	Біологічна роль сполук металічних елементів. Властивості та біологічна роль деяких <i>s</i> -елементів. Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg)	3
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)	3
6.	Мікроелементи неметали (Se, I)	3
7.	Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали(F, B, Si, Br). Умовно життєво необхідні мікроелементи метали та металоїди (Ni, V, As, Li)	3
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)	3
9.	Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз. Характерні симптоми дефіциту хімічних елементів в організмі людини. Коригування	3

	мінерального обміну в організмі людини	
10.	Лікарські засоби неметалів та металоїдів. Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук	3
	Всього	30

6. Тематичний план самостійної роботи студентів

№ 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	4	Поточний контроль на практичних заняттях
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.	4	
3.	Хімічний склад клітини. Мінеральні та органічні речовини у складі клітин.	4	
4.	Хімічний склад крові та функція окремих елементів у ній.	4	
5.	Біоелементи-органогени (O, C, H, N)	4	
6.	Макроелементи неметали (P, S, Cl)	4	
7.	Біологічна роль сполук металічних елементів. Властивості та біологічна роль деяких s-елементів. Макроелементи метали (Ca, K, Na, Mg)	4	
8.	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)	4	
9.	Мікроелементи неметали (Se, I)	4	
10.	Умовно життєво необхідні мікроелементи неметали (F, B, Si, Br)	4	
11.	Умовно життєво необхідні мікроелементи метали та металоїди (Ni, V, As, Li)	4	
12.	Потенційно токсичні мікроелементи (Rb, Zr, Sn, Ag, Au, W, Ge, Ga, Sr, Ti)	5	
13.	Токсичні мікроелементи (Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb)	4	
14.	Єдність хімічного складу організму. Метало-лігандний гомеостаз. Характерні симптоми дефіциту хімічних елементів в організмі людини. Коригування мінерального обміну в організмі людини	4	
15.	Лікарські засоби неметалів та металоїдів	4	
16.	Лікарські засоби на основі металів та їх координаційних сполук	4	
	Всього	65	

7. Індивідуальні завдання не передбачено

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

Поточний контроль здійснюється на кожному практичному занятті відповідно конкретним цілям, під час індивідуальної роботи викладача зі студентом для тих тем, які студент опрацює 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 20 питань, правильна відповідь на 1–18 питань 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 (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. Вирішує ситуаційні задачі підвищеної складності, 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. 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 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. 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 дисципліни 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-	200-	бальна	бальна	шкала	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	Недос- татньо

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
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, післяатестаційного моніторингу набутих знань і вмінь з курсу за вибором «Біологічна роль елементів життя».

14. Рекомендована література

Обов'язкова література:

1. Медична хімія: підручник/В.О.Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Гашинська та ін.; за ред. проф. В.О.Калібабчук – К.: ВСВ „Медицина”, 2013. – 336 с.
2. А.С. Мороз, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська. Медична хімія. – Вінниця, „Нова книга”, 2008, – 775с.
3. В.О. Калібабчук, Л.І. Грищенко, В.І. Галинська, С.М. Гождзінський, Т.О. Овсянікова, В.А. Самарський. Медична хімія. – Київ. „Інтермед, 2006, – 460с.
4. В.А. Калибабчук, Л.И. Грищенко, В.И. Галинская, С.М. Гождинский, Т.А. Овсянникова, В.А. Самарский. Медицинская химия. – Киев, „Медицина”, 2008, – 311с.
5. Мороз А.С., Ковальова А.Г. Фізична та колоїдна хімія. – Львів: “Світ”, 1994, – 279с.

Додаткова література:

1. Садовничая Л.П., Хухрянский В.Г., Цыганенко А.Я. Биофизическая химия. – Киев: “Вища школа”, 1986, – 272с.
2. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключева Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. – Вінниця, „Нова книга”, 2003. – 464с.
3. Яцимирский К.Б. Введение в бионеорганическую химию. – Киев, «Наукова думка», 1975.
4. V.O. Kalibabchuk, V.I. Halynska, L.I. Hryshchenko et al. Medical Chemistry. – AUS MEDICINE Publishing. – 2010. – 224 p.

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/>)