

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

«Затверджую»

Ректор СНАУ,  
д.с.г.н., професор

В.І. Ладика  
2017 р.



**БІОНЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

**ПРОГРАМА**

навчальної дисципліни  
підготовки бакалаврів

спеціальності: 211 Ветеринарна медицина

212 Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза

(Шифр дисципліни за ОПШ ПН. 04)

**Розроблено та внесено:** кафедрою хімії факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету

**Розробники програми:**

**Гузь О.І.**, ст.викладача кафедри хімії

**Пономарьова Л.М.**, к.х.н., доцента кафедри хімії

**Обговорено:**

На засіданні навчально-методичної ради факультету ветеринарної медицини «23» травня 2017р., протокол № 4.

На засіданні методичної ради СНАУ,  
«12» \_\_\_\_\_06\_\_\_\_\_ 2017 р., протокол № \_\_6\_\_.

**Рекомендовано до затвердження *211 Ветеринарна медицина;*  
*212 Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза***

Вченою радою СНАУ « 26 » \_\_\_\_\_06\_\_\_\_\_ 2017 р., протокол № \_\_18\_\_.

## ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна "Біонеорганічна хімія" для підготовки фахівців зі спеціальності "Ветеринарна медицина" включає в себе розділи, які необхідні для глибокого розуміння такої складної біологічної системи як організм тварини.

Хімічний характер процесів в організмі обумовлює їх підпорядкованість основним хімічним законам. Зникають межі традиційного використання хімічних знань. Все більше значення для осягнення молекулярних основ життя має вивчення хімічних процесів, що лежать в основі розвитку різних хвороб, дії лікарських препаратів на процеси, що протікають в організмі тварин тощо.

На стику хімії, біології, ветеринарної медицини виникли нові напрями науки: молекулярна біологія, молекулярна генетика, молекулярна фармакологія та патологія, молекулярна імунологія. Комплекс цих наук складає фундамент сучасної теоретичної бази ветеринарної медицини.

Предметом дисципліни "Біонеорганічна хімія" є хімічні закони і концепції, які складають фундамент всіх хімічних знань, властивості елементів, простих і складних речовин тощо.

Зміст дисципліни адаптовано до спеціальності. При викладанні основних хімічних закономірностей акцентовано увагу на їх ролі в життєдіяльності тваринного організму. Вивчення властивостей елементів спрямовано на з'ясування тих особливостей, які обумовлюють їх здатність виконувати різні фізіологічні та біохімічні функції у живих організмах. Процеси хімічної еволюції елементів, сучасні екологічні проблеми розглядаються у замкнутій системі біогенезу: ґрунт – рослина – тваринний організм.

Теоретичні положення біонеорганічної хімії забезпечують вивчення органічної, біологічної та фізичної та колоїдної хімії, ветеринарної фармакології та токсикології, біотехнології, клінічної біохімії, фізіології тварин, патологічної фізіології та ін.

Загальна спрямованість програми полягає в тому, щоб сформувати у студентів наукове пізнання матеріальної дійсності; прищепити навички творчого науково обґрунтованого вирішення практичних завдань.

У результаті вивчення курсу біонеорганічної хімії студенти повинні знати:

- основні хімічні закони та концепції;
- сучасні уявлення про будову атомів хімічних елементів та хімічний зв'язок;
- основні термодинамічні і кінетичні закономірності хімічних процесів;

- властивості хімічних елементів та їх сполук залежно від розташування елементів у періодичній системі Д. І. Менделєєва;

Вміти:

- прогнозувати хімічні властивості елементів та їх сполук, виходячи з розташування елементів у періодичній системі елементів Д.І.Менделєєва;

- пояснювати та узагальнювати хімічні явища, що спостерігаються при виконанні лабораторних робіт, на виробництві, в природі:

- користуватися навчальною та довідковою літературою.

Зазначений обсяг курсу біонеорганічної хімії складає 90 аудиторних годин, з яких 16 – лекції і 30 – лабораторні заняття. Форма контролю – модульно-рейтингова з заліком.

Міждисциплінарні зв'язки:

| № | Перелік дисциплін, які забезпечують вивчення даної дисципліни у межах програми | Період вивчення, курс/семестр | Кафедр   |
|---|--|-------------------------------|----------|
| 1 | Анатомія свійських тварин  | 1/1                           | анатомія |
| 2 | Генетика у ветмедицині   | 1/1                           | анатомія |

| № | Перелік дисциплін, вивчення яких забезпечується даною дисципліною у межах програми | Період вивчення, курс/семестр | Кафедр      |
|---|--|-------------------------------|-------------|
| 1 | Органічна хімія  | 1/2                           | хімії       |
| 2 | Цитологія, гістологія, ембріологія   | 1/2                           | вірусологія |
| 3 | Біохімія тварин з основами фізичної та колоїдної хімії                             | 2/3                           | біохімії    |

# ТЕОРЕТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

## Вступ

Хімія та проблеми сучасного суспільства. Біонеорганічна хімія - нова галузь науки. Значення основних принципів біонеорганічної хімії у вирішенні завдань сільського господарства, тваринництва, охорони навколишнього середовища. Хімічні елементи як матеріальна складова біосфери. Поняття матерії і речовини.

### 1. Основні поняття і закони хімії

Основні закони хімії (закон збереження маси, закон сталості складу, закон кратних відношень, закон об'ємних відношень Гей-Люссака, закон Авогадро). Поняття еквіваленту. Відносна атомна та молекулярна маси. Моль (атомів, молекул та інших часток).

### 2. Хімічні елементи - матеріальна складова біосфери

Основні ознаки біотичності хімічних елементів. Принципи відбору хімічних елементів для побудови живих організмів. Класифікація біотичних елементів; елементи органогени, біометали та біонеметали, макро-, мікро- та ультрамікроелементи. Вчення О. П. Виноградова про біохімічні провінції як основа уявлень про міграцію хімічних елементів у системі ґрунт - рослина - організм тварини та людини. Біоелементи в періодичній системі елементів Д.Г. Менделєєва.

### 3. Сучасні уявлення про будову атомів хімічних елементів

Квантово-механічні принципи будови атомів. Ядерна модель будови атома. Закон Мозлі. Елементарні частинки. Атомні ядра, їх склад. Квантова теорія світла. Будова електронної оболонки атома за Бором. Основні положення і поняття квантової механіки. Квантові числа та рівні енергії. Принцип найменшої енергії. Принцип Паулі. Розподіл електронів в атомах. Правило Клечковського. Електронні формули. Правило Гунда. Енергія іонізації, спорідненість до електрона, електронегативність елементів. Періодичний закон і періодична система елементів Д.І. Менделєєва. Залежність біологічної ролі та фізіологічних властивостей хімічних елементів від будови їх атомів. Явище радіоактивності. Штучна та природна

радіоактивність. Типи радіоактивного розпаду. Радіоактивні елементи в природі і живих організмах. Застосування радіоактивних ізотопів як мічених атомів для дослідження живлення рослинних та тваринних організмів. Вплив радіації на живий організм; зовнішнє та внутрішнє опромінення. Штучне перетворення елементів. Поняття про ізотопи, їх роль у хімічному аналізі, сільському господарстві, біології, використання радіоактивних ізотопів як мічених атомів. Сучасний стан ядерної енергетики, екологічні та демографічні проблеми, спричинені широким застосуванням ядерної енергетики.

#### **4. Природа хімічного зв'язку**

Типи хімічного зв'язку та механізми їх утворення: іонний, ковалентний, донорно-акцепторний. Визначна роль теорії хімічного зв'язку у розумінні найважливіших хімічних явищ: спрямованості хімічних реакцій, хімічної рівноваги, стійкості хімічних сполук, швидкості й механізму хімічних реакцій, фізичних та хімічних властивостей речовини.

Механізм утворення ковалентного зв'язку. Метод валентних зв'язків. Поняття про валентність. Властивості ковалентного зв'язку: довжина, валентний кут, насиченість, направленість, енергія зв'язку. Гібридизація атомних орбіталей та геометрична форма молекули. Полярні та неполярні ковалентні зв'язки. Одинарні та кратні зв'язки. Делокалізовані зв'язки. Резонансна структура карбонат-іона. Полярність ковалентного зв'язку. Дипольний момент, іонний зв'язок. Найважливіші властивості іонних сполук. Ступінь іонності атома. Окислювальне число. Донорно-акцепторний зв'язок. Водневий зв'язок. Міжмолекулярний та внутрішньомолекулярний зв'язки. Біологічна роль водневого зв'язку. Роль теорії будови речовин у розумінні найважливіших біохімічних та генетичних механізмів, що відбуваються у клітині.

#### **5. Енергетика хімічних перетворень**

Форми енергії та їх еквівалентність. Визначення та поняття хімічної термодинаміки. Критерії самодовільного перебігу хімічних процесів. Термодинамічна стійкість хімічних сполук. Поняття про біохімічну термодинаміку. Теплові ефекти хімічних реакцій: ендотермічні та екзотермічні реакції. Закон Гесса. Теплота утворення, теплота згоряння речовини. Теплота згоряння та енергетична ємність кормів.

Поняття про хімічну рівновагу. Ознаки рівноваги. Закон діючих мас. Константа рівноваги. Принцип Ле-Шательє. Фактори, що впливають на зміщення хімічної рівноваги. Поняття про біохімічну термодинаміку. Термодинамічна концепція рівноваги. Вільна енергія Гіббса та константа рівноваги. Рівняння ізотерми хімічної реакції. Гетерогенні системи. Добуток розчинності. Закон розподілу Периста. Поняття про фазові переходи, фазову рівновагу, фазу, компонент. Правило фаз. Фазові діаграми. Застосування законів рівноваги до живих організмів.

## **6. Агрегатні стани речовин**

Газоподібний стан. Рівняння Менделєєва-Клапейрона. Рідинний стан. В'язкість. Поверхневий натяг. Поняття про розчини. Структура рідини. Властивості розчинів. Осмотичний тиск. Роль осмосу в живих організмах. Ізотонічні розчини. Розчинність газів, твердих речовин у рідинах. Розчинність газів, твердих речовин у крові, тканинних рідинах.

Колоїдні розчини. Природні води. Забруднення природних вод. Очистка та опріснення води. Вода – найважливіша складова частина живих організмів, "універсальний розчинник", що виконує роль транспортної системи. Вода як регулятор стану гомеостазу – кислотно-основна, термодинамічна, осмотична, термодинамічна рівновага. Природна вода - полікомпонентний, фізіологічно збалансований розчин. Твердість води, її вплив на живий організм. Методи усунення твердості води. Важка вода, її застосування. Екологічне значення води. Іонний добуток води. Водневий показник. Буферні системи. Буферні властивості крові. Тверді тіла. Будова кристалів. Кристалічні решітки: іонні, атомні, молекулярні, металічні. Металічний зв'язок. Будова високомолекулярних сполук. Біокристали. Синтетичні поліпептиди.

## **7. Основні закони хімічних перетворень. Найважливіші поняття хімічної кінетики**

Закон діючих мас. Хімічна та біологічна рівновага. Принцип Ле-Шательє. Каталітичні реакції. Гомогенний та гетерогенний каталіз. Ферментативний каталіз. Процес обміну речовини в організмі як система спряжених хімічних реакцій. Ланцюгові реакції. Фотохімічні реакції.

## **8. Дисперсні системи. Поняття про розчини**

Молекулярні розчини. Структура рідини. Властивості розчинів: температура кипіння та замерзання розчинів, залежність від концентрації. Закон Рауля. Явище осмосу та осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Ізотонічні розчини. Роль осмосу в живих організмах. Розчинність газів у воді, крові, тканинних рідинах. Закон Генрі. Розчинність рідини в рідинах. Розчинність твердих речовин у рідинах, Ненасичені та насичені розчини. Способи вираження концентрації розчинів: відсотки, молярність, нормальність, титр. Приготування розчинів. Фармацевтичні препарати як дисперсні системи та розчини.

Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Дисоціація кислот, основ та солей у воді. Ступінчаста дисоціація. Ступінь дисоціації, сильні, середні та слабкі електроліти. Константа дисоціації слабких електролітів, іонні рівняння реакції обміну в розчинах електролітів. Іонний добуток води. Водневий показник. Типи протолітичних реакцій. Протолітичні реакції в живих організмі. Буферні системи. Буферні властивості крові. Взаємозв'язок між хімічними елементами в обміні речовин у живому організмі. Хімічний синергізм та антагонізм.

Природна вода – багатокomпонентний, фізіологічно збалансований розчин. Твердість води, її вплив на живі організми. Тимчасова та постійна твердість, методи усунення твердості води. Способи очистки води. Способи дезінфекції природних вод: хлорування, озонування, обробка сріблом. Важка вода, її застосування. Екологічне значення води.

## **9. Окислювально-відновні реакції**

Окислювально-відновні реакції як процес перенесення електронів та зміни ступенів окислення елементів. Найважливіші окисники та відновники. Класифікація окислювально-відновних реакцій. Напрямок реакції окислення та відновлення. Окислювально-відновні процеси в живих організмах. Методи підбору коефіцієнтів до окислювально-відновних реакцій – метод електронного балансу, іонно-електронний метод

## **10. Координаційні сполуки**

Основні положення координаційної теорії: комплексоутворювач, ліганд, координаційне число, внутрішня і зовнішня сфера координаційних



сполук. Заряд комплексного іона. Дисоціація координаційних сполук, константа нестійкості комплексної сполуки.

Природа хімічного зв'язку в координаційних сполуках. Теорія кристалічного поля. Стереохімія. Хелатні сполуки, особливості будови деяких типових біологічно активних координаційних сполук. Застосування комплексних мікроелементів у тваринництві.

## **11. Біогеохімічні цикли елементів у системі ґрунт – рослина – живий організм**

### *11.1 Водень*

Водень - один з елементів «носіїв» життя, складова частина усіх живих організмів. Окислювально-відновні властивості атомарного і молекулярного водню. Хімічні властивості водню. Ізотопи водню. Водень як джерело енергії. Пероксид водню - проміжний продукт життєдіяльності живих організмів. Окислювально-відновні властивості пероксиду водню. Використання пероксиду водню в медицині. Радикально-іонний механізм розкладу пероксиду водню під дією ферментів (пероксидаза, каталаза).

### *11.2 Вуглець*

Вуглець як основа живих організмів. Міграція мінеральних та органічних сполук вуглецю. Вуглекислий газ - продукт життєдіяльності живих організмів. Роль вуглекислого газу у процесі фотосинтезу. Вміст вуглекислого газу в атмосфері, джерела надходження вуглекислого газу в атмосферу, парниковий ефект. Якісні реакції карбонат-, оксалат-, ацетат-іонів. Застосування вуглекислого газу, натрій та калій гідрогенкарбонатів, активованого вугілля в медичній практиці.

### *11.3 Азот*

Форми мінеральних сполук азоту в навколишньому середовищі. Будова атому та молекули азоту. Сполуки азоту з воднем. Амоніак. Нашатирний спирт. Кисневі сполуки азоту. Кислоти азоту: нітритна та нітратна кислоти та їх властивості Реакції нітрат-, нітрит-, роданід- та ціанід-іонів. Токсикологічна дія нітратів та інших сполук азоту. Азотовмісні мінеральні добрива. Нітрати та нітрити в рослинній та тваринній продукції. Азот у складі амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, ферментів. Механізм утворення пептидного зв'язку. Джерела надходження азоту в живий організм. Колообіг Нітрогену в природі. Проблема фіксації азоту з атмосфери: фізико-хімічна і біологічна фіксація молекулярного азоту

### *11.4 Фосфор*

Будова атома та його можливі ступені окислення в сполуках. Мінеральні сполуки фосфору у навколишньому середовищі. Сполуки

фосфору та їх хімічні властивості. Кислоти фосфору. Якісні реакції фосфат-іонів. Переробка природних мінеральних сполук фосфору на мінеральні добрива. Фосфор – складова частина нервової, мозкової та кісткової тканини. Буферні функції сполук фосфору в живих організмах. АТФ та АДФ і енергія м'язів.

### *11.5 Кисень*

Значення кисню в енергетиці життя. Дихання як процес окислення - відновлення. Транспорт кисню в живих організмах. Застосування кисню в медицині. Хімічні властивості кисню. Озон - алотропічна модифікація кисню. Захисна дія озонового шару атмосфери.

### *11.6 Сірка*

Міграційні властивості сірки - як фактор її різноманітних валентних форм. Мінеральні сполуки сірки. Структурогенна функція сірки у складі білків та амінокислот.

Будова атому сірки та її можливі валентності у сполуках. Сірководень та його хімічні властивості. Кисневі сполуки сірки. їх хімічні властивості. Кислоти сірки: сульфідна, сульфатна та тіосульфатна кислоти, їх властивості. Сульфідна кислота та її похідні окисники та відновники. Сульфатна кислота, її одержання та хімічні властивості. Окислювальна дія концентрованої сульфатної кислоти. Взаємодія концентрованої сульфатної кислоти з металами та неметалами. Якісні реакції сульфат-, сульфід- та тіосульфат-іонів. Застосування сірки та її сполук у тваринництві як протимікробних та протипаразитарних препаратів. Тіосульфат натрію. Застосування тіосульфату натрію в медицині.

### *11.7 Елементи VII групи періодичної системи. Головна підгрупа, галогени*

Будова атомів та молекул галогенів. Галогени в природі. Шляхи надходження біонеметалів - галогенів у живий організм, їх баланс із зовнішнім середовищем.

#### *11.7.1 Хлор*

Мінеральні форми сполук хлору в навколишньому середовищі, їх розчинність і шляхи міграції. Хімічні властивості хлору. Кисневі сполуки хлору та їх одержання. Хлорнувата, хлорна кислоти та їх властивості. Хлорне вапно, його перетворення на повітрі і використання у ветеринарії. Хлоридна кислота, її властивості. Хлоридна кислота та її сполуки в живому організмі. Якісна реакція нахлорид-іони. Фізіологічний розчин. Іони хлориду - учасники буферної системи крові, регуляції осмотичного тиску і водно-сольового обміну. Хлорвімісні фармацевтичні препарати.

#### *11.7.2 Йод*

Гідрогенйодидна, йодна кислоти. Якісні реакції йодид-іонів. Форми існування йоду в навколишньому середовищі. Хімічні властивості йоду. Кисневмісні сполуки йоду. Йод у живому організмі та наслідки його нестачі в організмі. Джерела надходження йоду в організми тварин та людини. Йодвмісні препарати, йодована сіль та її значення. Дефіцит йоду у багатьох регіонах планети як наслідок надзвичайно високої розчинності його сполук. Зобна хвороба. Роль атмосфери у процесі круговороту йоду. Шляхи усунення йодної нестачі у біогеохімічних циклах. Використання розчинів йоду в медицині та ветеринарії.

### *11.7.3 Бром*

Хімічні властивості броду та його сполук. Застосування сполук броду в медицині.

## **12 Біогеохімічні цикли елементів-біометалів у системі ґрунт – рослина – живий організм**

Метали першої групи періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва. Відміна у властивостях елементів головної та побічної підгруп. Фізіологічна та біохімічна роль біометалів у живих організмах. Форми знаходження біометалів у навколишньому середовищі. Розчинність сполук біометалів.

**Загальна характеристика елементів ІА групи. Натрій і калій.** Способи утворення натрію та калію. Оксиди та гідроксиди металів та їх хімічні властивості. Якісні реакції на іони  $K^+$  та  $Na^+$ . Біологічна роль елементів ІА групи та застосування в медицині.

**Будова атомів елементів побічної підгрупи першої групи періодичної системи. Благородні метали: мідь, золото та срібло.** Хімічні властивості, їх взаємодія з концентрованими кислотами - окислювачами. Комплексні сполуки цих елементів. Застосування сполук срібла у фармацевтиці. Мідь - мікроелемент, застосування сполук міді в сільському господарстві. Якісні реакції на іони  $Si^{2+}$ . Біологічна роль сполук міді та застосування їх в медицині.

**Загальна характеристика елементів ПА групи. Магній і кальцій.** Хімічні властивості оксидів та гідроксидів магнію та кальцію. Якісні реакції на іони  $Mg^{2+}$  та  $Ca^{2+}$ . Хлорне вапно. Гідрокарбонати кальцію у природних водах. Твердість води та засоби її усунення. Кальцій у організмі тварин і людини. Біологічна роль сполук кальцію і магнію та застосування їх в медицині.

**Будова атомів елементів побічної підгрупи другої групи періодичної системи. Цинк.** Оксиди, гідроксиди та солі цинку. Амфотерність сполук цинку. Цинк - мікроелемент живлення рослин. Якісні

реакції на іони  $Zn^{2+}$ . Біологічна роль та застосування в медицині сполук цинку.

**Загальна характеристика атомів елементів побічних підгруп шостої, сьомої, восьмої груп періодичної системи.**

Молібден. Хімічні властивості та роль у організмах рослин і тварин сполук молібдену. Біологічна роль та застосування в медицині сполук молібдену.

Марганець. Ступені окислення марганцю в сполуках. Хімічні властивості марганцю. Перманганат калію як окисник у різному середовищі. Якісні реакції на іони марганцю. Застосування сполук марганцю в медицині.

**Залізо, кобальт.** Валентність у сполуках та хімічні властивості цих елементів. Комплексні сполуки Феруму і Кобальту. Якісні реакції на іони Феруму і Кобальту. Ферум і Кобальт як мікроелементи.

### **13 Координаційні можливості біометалів**

Особливості будови деяких типових біологічно активних координаційних сполук. Хлорофіл, гемоглобін, інсулін тощо. Оптимізація динаміки біометалів у живих організмах за допомогою координаційних сполук. Роль ферментів як координаційних сполук у каталітичних біохімічних процесах. Використання процесів комплексоутворення для детоксикації важких металів та радіонуклідів у живих організмах.

### **14 Принципи моделювання в біонеорганічній хімії**

Хімічна біоніка - наука про модифікацію та використання процесів, що відбуваються в живих організмах, для промислових цілей. Комплексні сполуки з молекулярним киснем – моделі відтворення функцій гемоглобіну.

## ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

**1. Робота в хімічній лабораторії і техніка експерименту.** Техніка виконання лабораторних робіт та правила роботи в лабораторії. Методи виділення та очищення речовин. Добування і відокремлення кристалів карбонату барію фільтруванням. Застосування калькуляторів для розв'язання типових задач і статистичної обробки результатів лабораторних досліджень.

**2. Одержання малорозчинних сполук - природних речовин, що містять біоелементи (основ, сульфатів, карбонатів, фосфатів).**

**3. Користування аналітичними терезами.** Техніка зважування речовини на технічних та аналітичних терезах.

**4. Розгляд сучасної моделі стану електрона в атомі.** Квантові числа. Принцип Паулі. Розташування електронів в атомах. Правило Клечковського. Написання електронних формул атомів елементів різних груп і періодів.

Вияснення фізичного змісту періодичності властивостей атомів елементу. Структура періодичної системи та її обґрунтування. Склад атомних ядер.

**5. Визначення еквівалента хімічного елемента, оксиду, гідроксиду, кислоти тасолі.** Методи визначення еквівалента. Визначення хімічного еквівалента металу за об'ємом витісненого водню.

**6. Визначення природи хімічного зв'язку.** Ковалентний зв'язок. Полярність ковалентного зв'язку. Властивості ковалентного зв'язку. Донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку. Іонний зв'язок. Водневий зв'язок: міжмолекулярний та внутрішньомолекулярний.

**7. Визначення теплоти нейтралізації.**

**8. Складання іонних рівнянь стосовно швидкості хімічної реакції, концентрації речовини, температури.** Вплив концентрації реагуючих речовин на хімічну рівновагу. Вивчення необоротних хімічних реакцій в розчинах електролітів при утворенні малодисоційованих, малорозчинних та газоподібних речовин.

**9. Визначення кислотності та основності середовища.** Концентрація водневих іонів та показник рН. Визначення рН за допомогою індикаторів. Колориметричний метод визначення рН. Буферні розчини. Вимірювання рН буферних розчинів за допомогою рН-метрів. Визначення рН водних розчинів солей які підлягають гідролізу за катіоном, аніоном та катіоном і аніоном одночасно.

**10. Розв'язання задач із визначення титру, процентної, молярної, нормальної концентрації розчинів.**

**11. Приготування розчинів.** Приготування розчину хлориду натрію заданої відсоткової та нормальної концентрації.

**12. Складання окисно-відновних реакцій (метод електронного балансу).**

**13. Освоєння кількісних методів аналізу.** Титрування як метод кількісного аналізу. Стандартизація розчину перманганату калію за оксалатною кислотою. Визначення вмісту Ферум(II) в розчині солі Мора. Стандартизація розчину йоду за натрій тіосульфатом. Визначення вмісту Купрум(II) в розчині.

**14. Виявлення вплив рН середовища розчину на перебіг окисно-відновних реакцій.** Вивчення окисної дії перманганату калію в кислому, нейтральному та лужному середовищах.

**15. Визначення будови та стійкості комплексних сполук.** Різниця між простими і комплексними іонами. Комплексні катіони і аніони. Дисоціація комплексних іонів і подвійних солей. Утворення амоніачних комплексів.

**16. Вивчення окисно-відновних властивостей водню та його сполук.** Одержання водню з води та кислоти при дії кальцію. Одержання натрій гідроксиду з натрій карбонату. Гідроліз солей натрію і калію. Одержання калій нітрату. Якісні реакції на іон калію.

**17. Добування і властивості мінеральних сполук Карбону, Нітрогену, Фосфору.** Одержання вуглекислого газу. Гідроліз карбонатів. Розклад карбонатів оцтовою кислотою. Властивості водних розчинів амоніаку. Реакція на іон амонію  $\text{NH}_4^+$  Термічний розклад нітратної кислоти. Дія нітратної кислоти на лакмус, тканину. Дослідження відновних та окислювальних властивостей нітрит-іонів, окисної дії нітрат-іонів. Якісна реакція на нітрат-іон. Добування і властивості мінеральних сполук фосфору.

**18. Одержання і властивості сполук Мангану, Феруму, Кобальту.** Залежність ступеня відновлення  $\text{KMnO}_4$  від реакції середовища. Відновні властивості солей  $\text{Fe}^{2+}$ . Гідроліз солей  $\text{Fe}^{3+}$ . Одержання та властивості координаційних сполук біометалів (міді, заліза, кобальту, цинку) катіонного та аніонного типів.

### **Орієнтовний перелік завдань для самостійної роботи**

1. Атомно-молекулярне вчення про будову речовини як фундамент сучасної хімії.
2. Біосфера як продукт взаємодії хімічних елементів.
3. Основні поняття і положення методу молекулярних орбіталей.

4. Фізіологічна та біохімічна роль біометалів.
5. Гідратна теорія розчинів Д. І. Менделєєва.
6. Роль водневого зв'язку в біохімічних процесах.
7. Іонно-електронний метод (метод напівреакцій) складання окислювально-відновних реакцій.
8. Вода як розчинник і середовище. Природні води та їх очищення.

#### Орієнтовний перелік часу, %

| Назва теми   | Всього     | У тому числі |           |
|--|------------|--------------|-----------|
|  |            | лекції       | ЛПЗ       |
| Вступ  | 2          | 2            | -         |
| Основні поняття і закони хімії   | 10         | 10           | -         |
| Хімічні елементи - матеріальна складова біосфери                                     | 4          | 2            | 2         |
| Сучасні уявлення про будову атомів хімічних елементів                                | 8          | 4            | 4         |
| Природа хімічного зв'язку  | 8          | 4            | 4         |
| Енергетика хімічних перетворень  | 8          | 4            | 4         |
| Агрегатні стани речовин  | 2          | 4            | -         |
| Основні закони хімічних перетворень. Найважливіші поняття хімічної кінетики          | 6          | 2            | 4         |
| Дисперсні системи. Поняття про розчини   | 10         | 2            | 8         |
| Окисно-відновні реакції  | 8          | 2            | 6         |
| Координаційні сполуки  | 10         | 2            | 8         |
| Біогеохімічні цикли елементів у системі ґрунт – рослина-живий організм               | 10         | 2            | 8         |
| Біогеохімічні цикли елементів - біометалів у системі ґрунт – рослина- живий організм | 10         | 2            | 8         |
| Координаційні можливості біометалів  | 2          | 2            | -         |
| Принципи моделювання в біонеорганічній хімії   | 2          | 2            |           |
| <b>Всього</b>  | <b>100</b> | <b>44</b>    | <b>56</b> |

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія, - К.: Перун. - 1998.- 430с.
2. Карнаухов А.И., Безнис А.Т. Бионеорганическая химия. - К.: Вища шк., 1992 - 224с.
3. Біологічна хімія : підручник / Л. Ф. Павлоцька, Н. В. Дуденко, Є. Я. Левітін та ін. – Суми : Університетська книга, 2011.– 510 с.
4. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учебное пособие / В. А. Попков, А. В. Бабков, Л. И. Трофимова, С. А. Пузаков ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. – 4-е изд. – Москва : Юрайт, 2012. – 239 с.
5. Турчин, П. Ф. Біонеорганічна та біоорганічна хімія. Практикум : навчальний посібник / П. Ф. Турчин, К. П. Турчина ; Національний університет водного господарства та природокористування. – Рівне : НУВГП, 2008. – 112 с.
6. Андрійко, О. О. Неорганічна хімія біогенних елементів : навчальний посібник / О. О. Андрійко; Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”. – К.: НТУУ “КПІ”, 2013. – 332 с.