

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

|                                                  |                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Повна назва навчальної дисципліни</b>         | Біологічна та біоорганічна хімія                                                                                                                                                                     |
| <b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b> | Сумський державний університет                                                                                                                                                                       |
| <b>Повна назва структурного підрозділу</b>       | Навчально-науковий медичний інститут. Кафедра біофізики, біохімії, фармакології та біомолекулярної інженерії                                                                                         |
| <b>Розробник(и)</b>                              | Іншина Наталія Миколаївна, Гончарова Світлана Анатоліївна, Чорна Інна Валентинівна, Прімова Людмила Олександрівна                                                                                    |
| <b>Рівень вищої освіти</b>                       | Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл                                                                                                                 |
| <b>Тривалість вивчення навчальної дисципліни</b> | три семестри                                                                                                                                                                                         |
| <b>Обсяг навчальної дисципліни</b>               | Обсяг становить 7 кред. ЄКТС, 210 год. Для денної форми навчання 134 год. становить контактна робота з викладачем (22 год. лекцій, 112 год. практичних занять), 76 год. становить самостійна робота. |
| <b>Мова викладання</b>                           | Українська                                                                                                                                                                                           |

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

|                                           |                                                                                                     |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Статус дисципліни</b>                  | Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Стоматологія"                              |
| <b>Передумови для вивчення дисципліни</b> | Медична хімія, Медична та біологічна фізика, Медична біологія, Гістологія, цитологія та ембріологія |
| <b>Додаткові умови</b>                    | Додаткові умови відсутні                                                                            |
| <b>Обмеження</b>                          | Обмеження відсутні                                                                                  |

## 3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Біологічна та біоорганічна хімія» є досягнуту сучасних знань студентів про будову, властивості та метаболізм біомолекул (амінокислот, вуглеводів, ліпідів, нуклеотидів, порфіринів тощо), що забезпечують функціонування організму людини.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

**Модуль 1. Теоретичні основи будови та реакційної здатності біоорганічних сполук. Біополімери та їх структурні компоненти**

Тема 1 Класифікація та номенклатура органічних сполук. Природа хімічних зв'язків в органічних сполуках.

Біоорганічна хімія як наука: визначення, предмет і завдання, розділи, методи дослідження. Значення в системі вищої медичної освіти. Класифікація органічних сполук за будовою карбонового ланцюгу та природою функціональних груп. Номенклатура органічних сполук: тривіальна, раціональна, міжнародна. Принципи утворення назв органічних сполук за номенклатурою ІЮПАК: замісників, радикало-функціональний. Природа хімічного зв'язку в органічних сполуках: гібридизація орбіталей, електронна будова сполук Карбону. Будова найважливіших класів біоорганічних сполук за природою функціональних груп: спиртів, фенолів, тіолів, альдегідів, кетонів, карбонових кислот, складних ефірів, амідів, нітросполук, амінів.

Тема 2 Карбонільні сполуки: альдегіди та кетони. Карбонові кислоти та їх функціональні похідні.

Карбонільні сполуки: альдегіди та кетони. Карбонові кислоти в біоорганічній хімії: будова і хімічні властивості; функціональні похідні карбонових кислот (ангідриди, аміді, складні ефіри). Реакції декарбоксилювання. Будова і властивості дикарбонових кислот: щавлевої, маленової, янтарної, глутарової, фумарової.

Тема 3 Гетерофункціональні сполуки

Аміноспирти: будова, властивості. Біомедичне значення етаноламіну, холіну, ацетилхоліну. Аміни: номенклатура, властивості. Біомедичне значення біогенних амінів (адреналіну, норадреналіну, дофаміну, триптаміну, серотоніну, гістаміну) та поліамінів (путресцину, кадаверину). Гідроксикислоти в біоорганічній хімії: будова і властивості моно карбонових кислот

Тема 4 L-Амінокислоти, пептиди, білки

Визначення амінокислот, загальна формула. класифікація, формули 20 протеїногенних амінокислот; біполярний йон, ізоелектрична точка. Хімічні властивості амінокислот: реакції за карбоксильною групою, реакції за аміногрупою, утворення пептидів, реакції дезамінування, окисного дезамінування, трансамінування. Пептиди: дипептиди, трипептиди, поліпептиди-білки, реакції лужного та кислотного гідролізу дипептидів. Структури білків та типи хімічних зв'язків у них. Денатурація та гідроліз білків. Кольорові реакції білків.

Тема 5 Вуглеводи

Вуглеводи: визначення, класифікація. Моносахариди (альдози та кетози; тріози, тетрози, пентози, гексози, гептози), біомедичне значення окремих представників. Моносахариди: пентози (рибоза, 2-дезоксирибоза, ксилоза), гексози (глюкоза, галактоза, маноза, фруктоза). Будова, властивості. Якісні реакції на глюкозу. Будова та властивості похідних моносахаридів. Амінопохідні: глюкозамін, галактозамін.. L-Аскорбінова кислота (вітамін С). Продукти відновлення моносахаридів: сорбіт, маніт.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Тема 6 Біологічно активні гетероциклічні сполуки</p> <p>П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом (пірол, фуран, тіофен) Біомедичне значення тетрапірольних сполук: порфіринів, гема. Індол та його похідні: триптофан і реакції утворення триптаміну та серотоніну; індоксил, скатол – значення в процесах гниття білків в кишечнику. П'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами Нітрогену: тiazол, оксазол. Тiazол як структурний компонент молекули тіаміну (вітаміну В1). Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом Нітрогену: піридин. Нікотинамід (вітамін РР) як складова частина окислювально-відновних піридинових коферментів. Піридоксин та молекулярні форми В6.</p> |
| <p>Тема 7 Нуклеозиди, нуклеотиди, нуклеїнові кислоти</p> <p>Нуклеозиди, нуклеотиди. Азотисті основи пуринового і піримідинового ряду, що входять до складу природних нуклеотидів. Мінорні азотисті основи. Нуклеозиди. Нуклеотиди як фосфорильовані похідні нуклеозидів (нуклеозидмоно-, ди- і трифосфати). Номенклатура нуклеозидів та нуклеотидів як компонентів РНК та ДНК. Будова та біохімічні функції вільних нуклеотидів</p>                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Тема 8 Вищі жирні кислоти. Ліпіди</p> <p>Ліпіди: визначення, класифікація. Складові омилюваних ліпідів (гліцерин, сфінгозин, коламін, холін, серин, ортофосфатна кислота, ВЖК - пальмітинова, стеаринова, арахідова, пальмітолеїнова, олеїнова, лінолева, ліноленова, арахідонова). Умовний запис складу ВЖК: кількість атомів С, наявність або відсутність кратних зв'язків у карбоновому ланцюгу, місце розміщення кратних зв'язків, поняття</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Тема 9 Узагальнення і систематизація знань про біоорганічні сполуки. Підсумковий контроль засвоєння модуля</p> <p>Ситуаційні задачі. Узагальнення і систематизація знань про біоорганічні сполуки. Підсумковий контроль засвоєння модуля</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p><b>Модуль 2. Загальні закономірності метаболізму.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Тема 10 Засвоєння принципів проведення біохімічних лабораторних досліджень; обґрунтування та клініко-діагностичне значення змін біохімічних показників.</p> <p>Визначення біохімії як науки. Місце біохімії серед інших медико-біологічних дисциплін. Досягнення і перспективи розвитку біохімії, теоретичної та молекулярної біології, біотехнології, генної інженерії. Мета біохімічних лабораторних досліджень, критерії оцінки лабораторних методів, принципи забору матеріалу для досліджень, помилки лабораторної діагностики. Хімічний склад живих організмів та його особливості.</p>                                                                                                        |
| <p>Тема 11 Вивчення методів дослідження і фракціонування амінокислотного складу біологічних речовин.</p> <p>Загальна характеристика та біологічні функції білків і пептидів. Амінокислотний склад білків і пептидів; будова, класифікація і фізико-хімічні властивості амінокислот. Утворення пептидного зв'язку. Рівні структурної організації білків. Хімічні зв'язки в біл-ковій молекулі. Методи вивчення та дослідження в біологічних рідинах амінокислот і білків. Кольорові реакції на амінокислоти. Хроматографічні методи розділення амінокислот.</p>                                                                                                                                          |

Тема 12 Дослідження фізико-хімічних властивостей білків-ферментів. Вивчення класифікації, особливостей будови та методів дослідження складних білків. Вивчення структури, функцій та фізико-хімічних властивостей нуклеїнових кислот.

Фізико-хімічні властивості білків: амфотерність, ізоелектрична точка (pI), розчинність білків, термодинамічна стабільність білкових молекул, денатурація. Методи виділення білків з біоб'єктів, їх фракціонування і аналіз будови. Сучасні класифікації білків. Загальна характеристика окремих класів білків, їх роль. Природні пептиди: класифікація, біохімічна характеристика.

Тема 13 Вивчення структури, фізико-хімічних властивостей та класифікації ферментів. Засвоєння методів виявлення ферментів в біологічних об'єктах. Визначення активності ферментів, дослідження механізму їх дії.

Механізми дії ферментів: а) термодинамічні закономірності ферментативного каталізу; б) активні центри ферментів; в) гіпотези ферментативного каталізу Е.Фішера та Д. Кош-ленда. Послідовність етапів каталітичного процесу. Ферментативне перетворення субстратів при каталітичній дії ферменту на прикладі дії хімотрипсину та ацетилхолінестерази. Спектрофотометричні методи визначення активності ферментів та візуалізація результатів ферментативної реакції. Одиниці виміру активності та кількості ферментів: міжнародні одиниці, катал, питома активність ферменту.

Тема 14 Вивчення кінетики ферментативного каталізу. Дослідження ролі кофакторів та коферментних вітамінів у прояві каталітичної активності ферментів.

Кінетика ферментативних реакцій: залежність швидкості реакцій від концентрації ферменту, субстрату, рН та температури. Константа Міхаеліса-Ментен, її смислове значення. Обробка рівняння Міхаеліса-Ментен за методом подвійних зворотних величин – рівняння Лайнуївера-Берка. Використання  $K_m$  для характеристики активності ферментів і передбачення можливості перебігу метаболічних процесів у клітині.

Тема 15 Вивчення регуляції ферментативних процесів та аналіз механізмів виникнення ензимопатій. Медична ензимологія

Регуляція ферментативних процесів. Інгібітори та активатори. Зворотне (конкурентне та неконкурентне) і незворотне інгібування ферментів. Фізіологічно активні сполуки та ксенобіотики як зворотні та незворотні інгібітори ферментів. Шляхи та механізми регуляції ферментативних процесів. Ізоферменти в ензимодіагностиці, тканинна специфічність розподілу ізоферментів. Основні аспекти сучасної ензимодіагностики. Клітинні, секреторні та екскреторні ферменти. Застосування ензимодіагностики в кардіології, гепатології, нефрології, урології, онкології, пульманології, ортопедії тощо. Порушення перебігу ферментативних процесів: природжені (спадкові) та набуті ензимопатії, уроджені вади метаболізму, їх клініко-лабораторна діагностика. Ензимотерапія – використання ферментів як лікарських засобів.

Тема 16 Обмін речовин і енергії. Вивчення стадій аеробного катаболізму та тканинного дихання. Дослідження функціонування, регуляції та енергетичної вартості циклу трикарбонових кислот.

Обмін речовин і енергії. Вивчення стадій аеробного катаболізму та тканинного дихання. Загальні закономірності обміну речовин; катаболічні, анаболічні та амфіболічні шляхи метаболізму. Екзергонічні та ендергонічні біохімічні реакції; роль АТФ та інших макроергічних фосфатів у поєднанні процесів, що проходять з вивільненням та запасанням енергії. Стадії катаболізму біомолекул в організмі. Біологічне окиснення та тканинне дихання. Реакції біологічного окиснення: типи реакцій (дегідрогеназні, оксидазні, оксигеназні) та їх біологічне значення. Загальна характеристика циклу лимонної кислоти: схема функціонування, послідовність реакцій, характеристика ферментів, біохімічне значення. Ферментативні реакції циклу лимонної кислоти. Особливості функціонування альфа-кетоглутаратдегідрогеназного мультиензимного комплексу. Реакція субстратного фосфорилування в циклі лимонної кислоти. Сумарний баланс молекул АТФ (енергетичний баланс), що утворюються при функціонуванні циклу. Регуляція ЦЛК: регуляторні ферменти, активатори, інгібітори.

Тема 17 Дослідження біологічного окиснення, окисного фосфорилування та синтезу АТФ. Засвоєння принципів хеміосмотичної теорії, аналіз механізму дії інгібіторів і роз'єднувачів окисного фосфорилування.

Шляхи синтезу АТФ у клітинах: субстратне та окисне фосфорилування. Утворення АТФ у клітинах за анаеробних та аеробних умов. Ферменти біологічного окиснення в мітохондріях: піридин-, флавінзалежні дегідрогенази, цитохроми. Молекулярна організація мітохондріального ланцюга біологічного окиснення: компоненти дихального ланцюга як окисно-відновні пари кофакторів, їх редокс-потенціали; молекулярні комплекси внутрішніх мембран мітохондрій. Шляхи включення відновлювальних еквівалентів у дихальний ланцюг мітохондрій. Окисне фосфорилування. Коефіцієнт окисного фосфорилування, пункти спряження окиснення та фосфорилування. Хеміосмотична теорія окисного фосфорилування – молекулярний механізм генерації АТФ у процесі біологічного окиснення: основні положення. АТФ-синтетаза мітохондрій, будова та принципи функціонування. F<sub>0</sub>- та F<sub>1</sub>- субодиниці АТФ-синтетази, їх функціональне значення.

Тема 18 Тестовий контроль змістового модуля 1 “Загальні закономірності метаболізму”.

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 1.

**Модуль 3. Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція.**

Тема 19 Дослідження гліколізу - анаеробного окислення вуглеводів. Дослідження аеробного окислення глюкози та альтернативних шляхів обміну моносахаридів.

Класифікація вуглеводів. Особливості й роль основних представників моно- та олігосахаридів, гомо- та гетерополісахаридів. Біохімічні механізми перетравлювання та всмоктування вуглеводів; порушення процесів. Анаеробний гліколіз: парціальні реакції, локалізація в клітині, біологічна роль. Регуляція гліколізу, ключові реакції, енергетичний баланс. Гліколітична оксидоредукція: піруват як акцептор водню при дефіциті кисню. Діагностичне значення визначення ЛДГ у сироватці крові. Етапи аеробного окиснення глюкози. Окиснювальне декарбоксилювання пірувату. Структура, особливості функціонування і механізми регуляції активності піруватдегідрогеназного мультиферментного комплексу. Порівняльна характеристика біоенергетики аеробного та анаеробного окиснення глюкози. Ефект Пастера-Мейергофа. Човникові механізми транспорту гліколітичного НАДН·Н<sup>+</sup> у мітохондрії в аеробних умовах.

Тема 20 Дослідження катаболізму та біосинтезу глікогену. Регуляція обміну глікогену. Вивчення метаболізму глікокон'югатів. Дослідження механізмів глюконеогенезу та альтернативних шляхів обміну вуглеводів. Вивчення методів визначення глюкози в крові.

Розщеплення та біосинтез глікогену: ферментативні реакції глюконеогенезу та глікогенолізу. Каскадні механізми цАМФ-залежної регуляції активностей глікогенфосфорилази та глікогенсинтази. Гормональна регуляція обміну глікогену в м'язах та печінці. Генетичні порушення ферментів метаболізму глікогену: глікогенози, аглікогенози. Генетичні порушення метаболізму глікокон'югатів (глікозидози): мукополісахаридози, гліколіпідози. Біосинтез глюкози - глюконеогенез: фізіологічне значення, субстрати, ферментативні реакції, регуляторні ферменти, енергетика процесу. Лактат та аланін як субстрати ГНГ, глюкозо-лактатний (цикл Корі) та глюкозо-аланіновий цикли. ПФШ окиснення глюкози: біологічне значення, послідовність реакцій, особливості функціонування у різних тканинах. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення фруктози в організмі людини. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення галактози в організмі людини. Спадкові ензимопатії, пов'язані з генетичними дефектами синтезу ферментів ПФШ, метаболізму фруктози і галактози.

Тема 21 Дослідження механізмів метаболічної та гормональної регуляції обміну глюкози крові. Біохімія цукрового діабету.

Гормони – регулятори обміну глюкози (глюкагон, адреналін, глюкокортикоїди, соматотропін, інсулін - ефекти та механізми впливу на рівень глюкоземії). Глюкоземія: нормальний стан, фактори, які забезпечують нормальний вміст глюкози в крові. Причини виникнення гіпо- і гіперглюкоземії. Глюкозурія. Біохімія цукрового діабету: інсулінозалежна та інсулінонезалежна форми; клініко-біохімічна характеристика. Діагностичні критерії цукрового діабету: глюкозотолерантний тест, подвійне цукрове навантаження, визначення глікозильованого гемоглобіну та фруктозміну.

Тема 22 Вирішення ситуаційних тестових завдань із “Крок-1” (3 семестр).

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами: Особливості структури і дії ферментів. Біоенергетика. Загальні шляхи метаболізму. Обмін та функції вуглеводів.

Тема 23 Загальна характеристика ліпідів. Дослідження ліполізу та його регуляції. Бета-окиснення жирних кислот. Дослідження обміну кетонових тіл.

Ліпіди: будова, класифікація, біологічні функції основних класів. Жирнокислотний склад ліпідів - насичені та ненасичені жирні кислоти. Катаболізм триацилгліцеролів: послідовність реакцій, механізм регуляції активності триацилгліцеролліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу. Окиснення жирних кислот: біологічна роль, етапи, активація жирних кислот. Роль карнітину в транспорті жирних кислот у мітохондрії. Послідовність ферментативних реакцій бета-окиснення. Енергетика бета-окиснення жирних кислот. Кетонові тіла. Реакції біосинтезу та утилізації кетонових тіл, їх фізіологічне значення. Метаболізм кетонових тіл за умов патології. Механізми розвитку кетоацидозу при цукровому діабеті та голодуванні.

Тема 24 Дослідження біосинтезу жирних кислот, триацилгліцеролів і складних ліпідів. Визначення загальних фосfolіпідів в сироватці крові. Дослідження біосинтезу і біотрансформації холестеролу, ліпопротеїнів крові.

Біосинтез вищих жирних кислот: метаболічні джерела, регуляція, ферментативні реакції синтезу пальмітату. Біосинтез триацилгліцеролів: субстрати, послідовність реакцій, ферментне забезпечення. Біосинтез фосfolіпідів у тканинах людини. Поняття про ліпотропні фактори. Метаболізм сфінголіпідів. Генетичні аномалії обміну сфінголіпідів - сфінголіпidoзи. Біосинтез холестеролу: метаболічні попередники, схема послідовності реакцій, регуляція синтезу. Шляхи біотрансформації холестеролу: етерифікація; утворення жовчних кислот, стероїдних гормонів, вітаміну Д3; екскреція холестеролу із організму. Роль цитохрому Р-450 в біотрансформації фізіологічно активних стероїдів. Циркуляторний транспорт ліпідів. Ресинтез ТАГ в ентероцитах. Класи ліпопротеїнів крові: хімічний склад, утворення, біологічна роль, методи фракціонування; апопротеїни.

Тема 25 Дослідження механізмів метаболізму в адипоцитах. Обмін гліцеролу. Біохімія ненасичених жирних кислот. Дослідження регуляції і порушень обміну ліпідів.

Біосинтез ненасичених жирних кислот: утворення моноенових жирних кислот; особливості перетворень полієнових жирних кислот. Загальне уявлення про вітамін F: добова потреба, джерела, біологічна роль, наслідки недостатності. Особливості ліпогенезу і ліполізу в жировій тканині; взаємо-зв'язок з метаболізмом вуглеводів. Гормональна регуляція процесів. Метаболізму гліцеролу. Механізми регуляції основних шляхів метаболізму ліпідів. Гормональна регуляція ліпідного обміну. Порушення метаболізму ліпідів при цукровому діабеті. Метаболічні причини розвитку жирової інфільтрації печінки. Порушення метаболізму холестеролу: біохімічні механізми розвитку жовчнокам'яної хвороби. Гіперліпопротеїнемії: класифікація, загальна характеристика. Роль атерогенних ліпопротеїнів у виникненні атеросклерозу. Біохімія ожиріння.

Тема 26 Тестовий контроль засвоєння змістового модуля 2 "Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція": тестування.

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 2.

Тема 27 Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань та практичних навичок змістових модулів 1 і 2.

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 2 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

#### **Модуль 4. Метаболізм амінокислот. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій.**

Тема 28 Загальні шляхи катаболізму амінокислот. Утворення та знешкодження аміаку. Орнітиновий цикл.

Шляхи утворення і підтримання пулу вільних амінокислот в організмі людини. Дезамінування амінокислот: типи дезамінування, послідовність реакцій. Трансамінування амінокислот: реакції, біохімічне значення, механізм дії амінотрансфераз. Механізм непрямого дезамінування амінокислот. Декарбоксілювання амінокислот: ферменти, фізіологічне значення. Шляхи перетворення безазотистих залишків амінокислот. КДЗ визначення активності амінотрансфераз. Шляхи утворення аміаку в організмі. Токсичність аміаку та механізм його знешкодження. Циркуляторний транспорт аміаку. Біосинтез сечовини: біологічна роль, регуляція, локалізація процесу, послідовність реакцій. Зв'язок орнітинового циклу з перетворенням фумарової та аспарагінової кислот. Порушення циклу сечовини. Гіперамоніємії.

Тема 29 Метаболізм окремих амінокислот у нормі та при патологічних станах організму.

Спеціалізовані шляхи обміну амінокислот. Порушення білкового обміну. Квашіоркор. Аміноацидурія. Генетичні аномалії циклу сечовини. Гіперамоніємії. Спадкова ензимопатія обміну ациклічних амінокислот (гліцину, метіоніну, цистеїну). Генетичні аномалії обміну амінокислот із розгалуженим ланцюгом. Хвороба кленового сиропу. Спадкові порушення обміну циклічних амінокислот (фенілаланіну, тирозину, триптофану, гістидину). Порушення азотистого обміну при цукровому діабеті. Порфірини: номенклатура, структура. Реакції біосинтезу порфіринів. Утворення гему. Регуляція синтезу порфіринів. Спадкові порушення обміну порфіринів (ензимопатія): еритропоетична порфірія, печінкова порфірія, неврологічні порушення, фотодерматити. Принципи методів та КДЗ визначення порфіринів.

Тема 30 Будова нуклеотидів та полінуклеотидів. Дослідження біосинтезу і катаболізму пуринових та піримідинових нуклеотидів. Визначення кінцевих продуктів їх обміну. Порушення обміну нуклеотидів.

Біосинтез пуринових нуклеотидів: схема утворення ІМФ. Джерела окремих атомів у молекулі пурину. Утворення АМФ, ГМФ, АТФ, ГТФ. Регуляція синтезу пуринових нуклеотидів. Біосинтез пуринових нуклеотидів із азотистих основ. Біосинтез піримідинових нуклеотидів: реакції утворення УМФ, УДФ, УТФ та ЦТФ. Регуляція синтезу піримідинових нуклеотидів. Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Утворення тимідинових нуклеотидів, інгібітори біосинтезу дТМФ як протипухлинні засоби. Катаболізм нуклеотидів. Реакції розщеплення пуринових нуклеотидів. Схема катаболізму піримідинових нуклеотидів. Спадкові порушення метаболізму нуклеотидів. Подагра. Синдром Леша-Ніхана. Оротатацидурія.



Тема 31 Дослідження реплікації ДНК і транскрипції РНК. Біосинтез білка в рибосомах. Дослідження процесів ініціації, елонгації та термінації в синтезі поліпептидного ланцюга. Інгібіторна дія антибіотиків.

Біологічне значення реплікації ДНК. Загальна схема біосинтезу ДНК. Ферменти реплікації ДНК у прокаріотів та еукаріотів. Загальна схема транскрипції; кодуючі та некодуючі ланцюги ДНК. РНК-полімерази прокаріотів та еукаріотів. Етапи та ферменти синтезу РНК. Процесинг - посттранскрипційна модифікація РНК. Особливості реплікації геному вірусів. Генетичний код; його властивості. Компоненти білоксинтезувальної системи рибосом. Активація амінокислот. Етапи та механізми трансляції. Антибіотики – інгібітори транскрипції та трансляції. Біохімічні механізми протівірусної дії інтерферонів. Блокування біосинтезу білка дифтерійним токсином. Регуляція експресії генів прокаріотів. Будова Лас-оперону E.Coli. Ампліфікація генів (гени металотіонеїну, дигідрофолатредуктази). Ланцюгова полімеразна реакція; її біомедичне застосування. Біологічне значення та механізми репарації ДНК.

Тема 32 Дослідження біохімічних ефектів білково-пептидних гормонів.

Гормони та інші біорегулятори у системі міжклітинної інтеграції функцій організму людини. Класи гормонів: білково-пептидні гормони; гормони - похідні амінокислот; гормони стероїдної природи; біорегулятори - похідні арахідонової кислоти. Синтез та секреція гормонів. Механізми регуляції секреції гормонів. Циркуляторний транспорт гормонів. Мішені гормональної дії; типи реакцій клітин на дію гормонів. Рецептори гормонів. Молекулярно-клітинні механізми дії білково-пептидних гормонів та біогенних амінів. Гормони гіпоталамо-гіпофізарної системи. Ліберини та статини гіпоталамуса. Гормони передньої частки гіпофіза. Група "гормон росту - пролактин – хоріонічний соматоматропін"; патологічні процеси, пов'язані з порушенням функцій СТГ, соматомединів, пролактину. Група глікопротеїнів - тропних гормонів гіпофіза. Сімейство проопіомеланокортину (ПОМК) – продукти процесингу ПОМК. Гормони задньої частки гіпофіза. Вазопресин (антидіуретичний гормон); патологія, пов'язана з порушенням продукції АДГ. Окситоцин. Гормони підшлункової залози. Інсулін - будова, біосинтез та секреція; вплив на обмін вуглеводів, ліпідів, амінокислот та білків. Рістстимулювальні ефекти інсуліну; фактори росту та онкобілки. Глюкагон. Гормони травного каналу. Гастрин. Холецистокінін. Секретин.

Тема 33 Дослідження гормональної регуляції метаболізму та клітинних функцій гормонів щитоподібної залози, катехоламінів, ейкозаноїдів, стероїдних гормонів. Дослідження гормональної регуляції гомеостазу кальцію та фосфатів в організмі.

Гормони щитоподібної залози. Структура та біосинтез тиреоїдних гормонів. Біологічні ефекти T4 та T3. Метаболічні особливості порушень за умов гіпер- та гіпотиреозу. Біогенні аміни з гормональними та медіаторними властивостями: будова, біосинтез, фізіологічні ефекти, біохімічні механізми дії. Катехоламіни - адреналін, норадреналін, дофамін. Індоламіни - серотонін, мелатонін. Гістамін. Ейкозаноїди: загальна характеристика; номенклатура (простаноїди - простагландини, простацикліни; тромбоксани; лейкотрієни; біосинтез. Біологічні та фармакологічні властивості ейкозаноїдів, їх клінічне застосування. Розподіл Ca<sup>2+</sup> в організмі; молекулярні форми кальцію у плазмі крові людини. Паратгормон – будова, механізм гіперкальціємічної дії. Кальцитріол: біосинтез; вплив на абсорбцію Ca<sup>2+</sup> та фосфатів у кишечнику. Кальцитонін – будова, вплив на обмін кальцію і фосфатів. Клініко-біохімічна характеристика порушень кальцієвого гомеостазу (рахіт, остеопороз). Стероїдні гормони: номенклатура, класифікація. Схема генезу стероїдних гормонів з холестеролу. Фізіологічні та біохімічні ефекти кортикостероїдів.

Тема 34 Контроль засвоєння змістового модуля 3 “Метаболізм амінокислот. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій”.

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 3. Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 3 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

### **Модуль 5. Біохімія тканин та фізіологічних функцій**

Тема 35 Дослідження функціональної ролі водорозчинних вітамінів у метаболізмі та реалізації клітинних функцій.

Загальна характеристика вітамінів як компонентів харчування людини; водорозчинні та жиророзчинні вітаміни; хвороби вітамінної недостатності. Класифікація та номенклатура вітамінів. Біологічна роль вітамінів в організмі людини. Їх взаємозв'язок із ферментами. Поняття про авітамінози, гіповітамінози, гіпервітамінози. Типові причини їх виникнення, загальні принципи профілактики та лікування. Біохімічна характеристика окремих водорозчинних вітамінів (B1, B2, B3, B6, B12): хімічна будова, біологічна роль, утворення коферментних форм, добова потреба, основні джерела, метаболізм та механізм дії, прояви недостатності. Коферментні вітаміни – пантотенова кислота (B5), H, фолієва кислота (Bc) - будова, біохімічні функції; джерела та добова потреба, ознаки недостатності. Біохімічна характеристика вітамінів C і P - хімічна будова, біологічна роль, джерела та добова потреба; ознаки дефіциту. Практичне застосування вітамінів. Взаємозв'язок між окремими вітамінами в організмі людини.

Тема 36 Вивчення біохімічних ефектів та методів визначення жиророзчинних вітамінів, вітаміноподібних речовин . Визначення макро- та мікроелементів у біологічному матеріалі.

Біохімічна характеристика жиророзчинних вітамінів (A, D, E, K, F): хімічна будова, біологічні властивості, добова потреба, джерела, роль в обміні речовин, метаболізм та механізм дії. Хвороби недостатності жиророзчинних вітамінів, гіпервітамінози. Біоантиоксидантні властивості жиророзчинних вітамінів. Вітаміноподібні речовини: структура і роль у обміні речовин. Антивітаміни: механізм дії, використання в медицині. Біологічна роль та розподіл води в організмі. Регуляція та порушення водно-сольового балансу. Біологічні функції макроелементів (Na, K, Ca, Mg, P) та прояви їх недостатності. Роль мікроелементів у харчуванні людини, прояви мікроелементної недостатності. Біологічна роль і обмін заліза в організмі.

Тема 37 Дослідження фізіологічних та біохімічних функцій крові. Вивчення білків плазми крові: білки гострої фази запалення, індикаторні ферменти. Дослідження небілкових азотовмісних та безазотистих органічних компонентів крові.

Загальна характеристика фізіологічних та біохімічних функцій крові. Гемоглобін: структура і властивості. Патобіохімія гемоглобіну: варіанти та патологічні форми гемоглобіну. Кисотно-основний стан (КОС) організму людини. Механізми регуляції та підтримки КОС: буферні системи крові, функція легень і нирок. Форми порушень кислотно-основного стану та показники КОС. Білки плазми крові та їх клініко-біохімічна характеристика. Фракціонування білків крові. Протеїнограма білків у нормі та за умов патології. Компоненти системи неспецифічної резистентності організму та білки “гострої фази” запальних процесів. Ферменти плазми крові, їх значення в ензимодіагностиці захворювань внутрішніх органів. Калікреїн-кінінова система. Небілкові азотисті компоненти крові. Клініко-біохімічне та діагностичне значення змін вмісту сечовини, креатину, креатиніну, білірубіну у сироватці крові. Безазотисті органічні сполуки плазми крові. Класи ліпопротеїнів крові. Характеристика основних компонентів згортальної системи крові. Роль вітаміну К у реакціях коагуляції. Спадкові порушення процесу згортання крові. Біохімічні компоненти системи комплементу: класичний та альтернативний механізми активації.

Тема 38 Вивчення біохімічних особливостей хімічного складу та обміну у сполучній тканині.

Хімічний склад сполучної тканини. Білки волокон сполучної тканини: колаген, еластин. Біосинтез колагену та утворення фібрилярних структур. Складні вуглеводи сполучної тканини: глікозаміноглікани. Механізм участі молекул глікозаміногліканів у побудові основної речовини пухкої волокнистої сполучної тканини. Обмін протеогліканів. Патобіохімія сполучної тканини. Біохімічні механізми виникнення мукополісахаридозів та колагенозів, їх клініко-біохімічна діагностика.

Тема 39 Вивчення біохімії кісткової тканини (будова, склад, мінералізація). Дослідження регуляції остеогенезу.

Особливості хімічного складу кісткової тканини: органічні та мінеральні речовини. Апатити: види та їх формування. Ферменти кісткової тканини та їх роль у фосфатному обміні. Послідовність процесу мінералізації кісткової тканини. Кальцій-фосфатний метаболізм в організмі людини: роль кальцію і фосфору, гормональна регуляція (паратгормон, кальцитріол, кальцитонін). Порушення метаболізму кісткової тканини: остеомалія, остеопороз, остеосклероз. Біохімічні тести для оцінки метаболізму у кістковій тканині. Особливості структури та властивостей хряща. Загальна характеристика колагенових та неколагенових білків хрящової тканини: структура та функції. Регуляція метаболізму хрящової тканини. Вікові зміни хімічного складу та структури хряща.

Тема 40 Вивчення біохімії тканин зуба. Формування емалі. Дослідження хімічного складу дентину та цементу.

Особливості хімічного складу емалі. Неорганічні компоненти емалі. Склад органічного матриксу емалі. Загальна характеристика будови та біологічної ролі білків енаміліну і амелогеніну; типи амелогеніну. Метаболізм емалі. Стадії амелогенезу. Проникність емалі зубів та фактори, що впливають на неї. Первинна, вторинна і третинна мінералізація емалі. Особливості хімічного складу дентину: органічні та неорганічні компоненти. Основні фосфосіалопротеїни дентину та їх роль у метаболізмі зуба. Цемент зуба: особливості будови та хімічного складу. Цементогенез. Пульпа зуба: функції, особливості хімічного складу. Органічні компоненти пульпи. Періодонтальні волокна: особливості будови та метаболізму. Роль вітамінів та гормонів у регуляції процесів мінералізації тканин зуба. Біологічне значення фтору для метаболізму тканин зуба; основні джерела фтору.

Тема 41 Вивчення біохімії ротової рідини: склад, секреція, біологічно активні сполуки слини. Вивчення біохімії ясневої рідини. Дослідження біохімічних змін у ротовій порожнині при деяких патологічних процесах. Вивчення біохімічних основ саліводіагностики.

Біологічна роль слини. Енергетичне забезпечення слиноутворення. Неорганічні речовини та низькомолекулярні органічні речовини мішаної слини, їх роль. Особливості білкового складу слини. Загальна характеристика ферментів слини та їх біологічних функцій. Біологічно-активні речовини слинних залоз та слини: фактор росту нервів, фактор росту епітелію, паротин, калікреїн, ренін, оксид азоту. Фізико-хімічні властивості слини. Буферні системи слини. Міцелярна будова слини. Біохімія ясневої рідини: мінеральні та низькомолекулярні органічні речовини, білки та ферменти. Зміна ясневої рідини при захворюваннях пародонта. Біохімічні механізми розвитку та зміни при карієсі. Роль фтору та інших мікроелементів в карієсорезистентності. Роль фізико-хімічних властивостей у процесі захисту зубів від карієсogenних факторів.

Тема 42 Вивчення біохімічних функцій печінки. Роль печінки в обміні жовчних пігментів. Визначення білірубіну в сироватці крові. Дослідження процесів біотрансформації ксе-нобіотиків та ендogenous токсичних речовин. Мікросомальне окиснення. Цитохром P-450.

Гомеостатична роль печінки в обміні речовин цілісного організму. Біохімічні функції гепатоцитів. Вуглеводна функція печінки та її порушення. Участь печінки в регуляції ліпідного складу крові. Роль печінки в обміні білків. Сечовино утворювальна функція печінки. Роль печінки в обміні вітамінів та мікроелементів. Жовчоутворювальна та пігментна функція печінки. Біохімічний склад жовчі. Порушення біохімічних процесів у печінці при окремих захворюваннях. Гомеостатична роль печінки в обміні речовин цілісного організму. Біохімічні функції гепатоцитів. Вуглеводна функція печінки та її порушення. Участь печінки в регуляції ліпідного складу крові. Роль печінки в обміні білків. Сечовино утворювальна функція печінки. Роль печінки в обміні вітамінів та мікроелементів. Жовчоутворювальна та пігментна функція печінки. Біохімічний склад жовчі. Порушення біохімічних процесів у печінці при окремих захворюваннях.

Тема 43 Вирішення ситуаційних тестових завдань із “Крок-1” (4 семестр).

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами: Біохімія та обмін амінокислот, білків та нуклеїнових кислот. Обмін та функції ліпідів. Біохімія гормонів та медіаторів. Обмін порфіринів. Біохімія крові та сечі. Біохімія вітамінів та перетравлення. Функціональна біохімія.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Тема 44 Дослідження функціональної активності нирок та хімічного складу сечі.</p> <p>Водно-сольовий обмін в організмі. Особливості хімічного складу внутрішньоклітинних та позаклітинних рідинних просторів. Особливості обміну речовин у нирках. Роль нирок у регуляції електролітного складу та рН рідин організму. Біохімічні механізми сечоутворювальної функції нирок. Гормональні механізми регуляції водно-сольового обміну та функцій нирок. Ренін-ангіотензинова система. Гіпотензивні лікарські засоби - інгібітори ангіотензин-перетворювального ферменту. Біохімічний склад сечі в нормі та за умов патології. КДЗ аналізу складу сечі. Сечокам'яна хвороба: умови утворення каменів, їх хімічний склад та заходи профілактики. Клініко-біохімічні зміни при різних захворюваннях нирок.</p> |
| <p>Тема 45 Біохімія м'язів. Вивчення біохімічного складу нервової тканини.</p> <p>Хімічний склад м'язів. Білки міофібрил: міозин, актин, тропоміозин, тропінін. Біоенергетика м'язової тканини: джерела АТФ у м'язах; синтез креатину і креатин фосфату. Біохімічна діагностика захворювань міокарда. Хімічний склад нервової тканини. Мієлін: особливості хімічного складу, роль у функціонуванні нервової тканини. Метаболізм вуглеводів, ліпідів, білків та амінокислот у нервовій тканині. Особливості енергетичного обміну. Нейромедіатори: утворення, інактивація, роль у функціонуванні нервової системи.</p>                                                                                                                                                                                        |
| <p>Тема 46 Вирішення ситуаційних тестових завдань із “Крок-1” (3 - 4 семестри).</p> <p>естові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами курсу за рік.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Тема 47 Контроль засвоєння змістового модуля 4 “Біохімія тканин, фізіологічних функцій та міжклітинних комунікацій”.</p> <p>Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 4. Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 4 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

|     |                                                                                                                                                                                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РН1 | Здобути спроможність збирати медичну інформацію про пацієнта і аналізувати клінічні данні.                                                                                                       |
| РН2 | Вміти інтерпретувати результат лабораторних та інструментальних досліджень.                                                                                                                      |
| РН3 | Визначати та оцінювати вплив навколишнього середовища на стан здоров'я населення (індивідуальне, сімейне, популяційне).                                                                          |
| РН4 | Виконувати необхідні заходи щодо індивідуальної безпеки.                                                                                                                                         |
| РН5 | Застосовувати знання з основних закономірностей метаболічних процесів в організмі людини для інтерпретації клінічної картини захворювань та при проведенні диференційної діагностики захворювань |
| РН6 | Визначати норми і заходи щодо дотримання громадянських прав і свобод у професійній діяльності                                                                                                    |

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.  
Для спеціальності 221 Стоматологія:

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПР1  | Виділяти та ідентифікувати провідні клінічні симптоми та синдроми; за стандартними методиками, використовуючи попередні дані анамнезу хворого, дані огляду хворого, знання про людину, її органи та системи, встановлювати вірогідний нозологічний або синдромний попередній клінічний діагноз стоматологічного захворювання.      |
| ПР2  | 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.                                                                               |
| ПР3  | 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). |
| ПР15 | Оцінювати вплив навколишнього середовища на стан здоров'я населення в умовах медичного закладу за стандартними методиками.                                                                                                                                                                                                         |
| ПР18 | Усвідомлювати та керуватися у своїй діяльності громадянськими правами, свободами та обов'язками, підвищувати загальноосвітній культурний рівень.                                                                                                                                                                                   |
| ПР20 | Організовувати необхідний рівень індивідуальної безпеки (власної та осіб, про яких піклується) у разі виникнення типових небезпечних ситуацій в індивідуальному полі діяльності.                                                                                                                                                   |

## 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

|     |                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|
| СН1 | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.                     |
| СН2 | Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. |
| СН3 | Здатність застосовувати знання у практичній діяльності.                     |
| СН4 | Здатність спілкуватися англійською мовою.                                   |

## 8. Види навчальних занять

**Тема 1. Класифікація та номенклатура органічних сполук. Природа хімічних зв'язків в органічних сполуках.**

Лк1 "Класифікація, номенклатура та реакційна здатність органічних сполук." (денна)

Біоорганічна хімія як наука: предмет і завдання, методи дослідження. Класифікація органічних сполук за будовою карбонового ланцюга та природою функціональних груп. Номенклатура органічних сполук: тривіальна, раціональна, міжнародна. Будова та властивості найважливіших класів біоорганічних сполук: вуглеводнів, спиртів, альдегідів, кетонів, карбонових кислот, складних ефірів, амінів. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій.

Пр1 "Біоорганічна хімія як наука. Контроль початкового рівня знань. Техніка безпеки при проведенні біохімічних лабораторних досліджень" (денна)

іоорганічна хімія як наука: визначення, предмет і завдання, розділи, методи дослідження. Значення в системі вищої медичної освіти. Контроль початкового рівня знань. Техніка безпеки при проведенні біохімічних лабораторних досліджень. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті.

Пр2 "Природа хімічного зв'язку. Реакційна здатність біоорганічних сполук." (денна)

Природа хімічного зв'язку в органічних сполуках: гібридизація орбіталей, електронна будова сполук Карбону. Будова найважливіших класів біоорганічних сполук за природою функціональних груп: спиртів, фенолів, тіолів, альдегідів, кетонів, карбонових кислот, складних ефірів, амідів, нітросполук, амінів. Просторова будова біоорганічних сполук: стереохімічні формули; конфігурація та конформація. Стереїзомери: геометричні, оптичні, поворотні (конформери). Оптична ізомерія. Хіральність молекул органічних сполук D- та L-стереохімічні ряди. Енантіомери та діастереоїзомерія біоорганічних сполук. Зв'язок просторової будови з фізіологічною активністю. Типи реакцій біоорганічної хімії: класифікація за результатом (спрямованістю) та механізмом реакції. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

Пр2 "Класифікація, номенклатура біоорганічних сполук." (денна)

Класифікація органічних сполук за будовою карбонового ланцюга та природою функціональних груп. Номенклатура органічних сполук: тривіальна, раціональна, міжнародна. Принципи утворення назв органічних сполук за номенклатурою ІЮПАК: замісників, радикало-функціональний. Будова найважливіших класів біоорганічних сполук за природою функціональних груп: спиртів, фенолів, тіолів, альдегідів, кетонів, карбонових кислот, складних ефірів, амідів, нітросполук, амінів. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті та обговорення результатів досліджень.

**Тема 2. Карбонільні сполуки: альдегіди та кетони. Карбонові кислоти та їх функціональні похідні.**

Пр3 "Карбонільні сполуки. Карбонові кислоти та їх функціональні похідні" (денна)

Карбонільні сполуки: альдегіди та кетони. Карбонові кислоти в біоорганічній хімії: будова і хімічні властивості; функціональні похідні карбонових кислот (ангідриди, аміди, складні ефіри). Реакції декарбоксилювання. Будова і властивості дикарбонових кислот: щавлевої, маленової, янтарної, глутарової, фумарової. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

### Тема 3. Гетерофункціональні сполуки

Лк2 "Гетерофункціональні сполуки: будова, реакційна здатність та біологічне значення." (денна)

Особливості хімічної будови та властивостей гетерофункціональних сполук. Аміноспирти: будова, властивості. Біомедичне значення етаноламіну, холіну, ацетилхоліну. Аміни: номенклатура, властивості. Біомедичне значення біогенних амінів: адреналіну, норадреналіну, дофаміну, серотоніну, гістаміну, путресцину, кадаверину. Гідроксикислоти в біоорганічній хімії: будова і властивості моно карбонових кислот. Оксокислоти: будова, властивості. Кето-енольна таутомерія. Представники (піровиноградна, ацетооцтова, щавелевооцтова, D-кетоглутарова). Поняття про кетонні тіла. Фенолокислоти. Саліцилова кислота та її похідні як протизапальні засоби (ацетилсаліцилова кислота, метилсаліцилат, саліцилат натрію). Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій.

Пр4 "Реакційна здатність та біологічне значення аміноспиртів та амінів" (денна)

Аміноспирти: будова, властивості. Біомедичне значення етаноламіну, холіну, ацетилхоліну. Аміни: номенклатура, властивості. Біомедичне значення біогенних амінів. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті та обговорення результатів досліджень. (адреналіну, норадреналіну, дофаміну, триптаміну, серотоніну, гістаміну) та поліамінів (путресцину, кадаверину).

Пр5 "Ізомерія. Гетерофункціональні сполуки. Гідроксикислоти. Оксокислоти." (денна)

Гідроксикислоти в біоорганічній хімії: будова і властивості моно карбонових кислот. Оксокислоти: будова, властивості. Кето-енольна таутомерія. Представники (піровиноградна, ацетооцтова, щавелевооцтова, D-кетоглутарова). Поняття про кетонні тіла. Фенолокислоти. Саліцилова кислота та її похідні як протизапальні засоби (ацетилсаліцилова кислота, метилсаліцилат, саліцилат натрію). Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

### Тема 4. L-Амінокислоти, пептиди, білки

Лк3 "Білки, вуглеводи і ліпіди як основні складові організму людини." (денна)

Будова класифікація та фізико-хімічні властивості амінокислот. Ізoeлектрична точка. Реакції дезамінування, декарбоксилювання, трансамінування. Структурна організація білків. Типи хімічних зв'язків у молекулі білка. Класифікація білків. Біологічне значення альбумінів, глобулінів, гістонів, хромопротейнів, ліпопротейнів. Особливості будови та класифікація вуглеводів. Ізомерія вуглеводів. Біологічна роль моно-, ди- і полісахаридів. Структурні компоненти ліпідів: вищі жирні кислоти, спирти. Класифікація ліпідів. Біологічна роль тригліцеридів, стеридів, фосфоліпідів та гліколіпідів. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій.

Пр7 "Амінокислотний склад білків та пептидів" (денна)

Амінокислоти: визначення, загальна формула. класифікація, формули 20 протеїногенних амінокислот; біполярний йон, ізoeлектрична точка. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Пр8 "Фізико-хімічні властивості амінокислот." (денна)</p> <p>Фізико-хімічні властивості амінокислот. Ізоелектрична точка. Реакції дезамінування, декарбоксилування, трансамінування. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Пр9 "Структурна організація білків. Фізико-хімічні властивості білків." (денна)</p> <p>Структурна організація білків. Фізико-хімічні властивості білків. Розчинність, осадження, діаліз, електрофорез білків. Денатурація. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Тема 5. Вуглеводи</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>Пр10 "Вуглеводи. Моносахариди: будова, хімічні властивості та біологічне значення" (денна)</p> <p>Моносахариди: пентози (рибоза, 2-дезоксирибоза, ксилоза), гексози (глюкоза, галактоза, маноза, фруктоза). Будова, властивості. Якісні реакції на глюкозу. Будова та властивості похідних моносахаридів. Амінопохідні: глюкозамін, галактозамін.. L-Аскорбінова кислота (вітамін С). Продукти відновлення моносахаридів: сорбіт, маніт. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.</p>                                                                                                    |
| <p>Пр11 "Структура, властивості та біологічна роль ди-і полісахаридів." (денна)</p> <p>Олігосахариди: будова, властивості. Дисахариди (сахароза, лактоза, мальтоза), їх біомедичне значення. Полісахариди. Гомополісахариди: крохмаль, глікоген, целюлоза, декстрини – будова, гідроліз, біомедичне значення. Якісна реакція на крохмаль. Гетерополісахариди: визначення, структура. Будова та біомедичне значення глікозаміногліканів (мукополісахаридів) – гіалуронової кислоти, хондроїтинсульфатів, гепарину. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.</p>                              |
| <p><b>Тема 6. Біологічно активні гетероциклічні сполуки</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>Лк4 "Біологічно активні гетероциклічні сполуки. Будова і властивості нуклеїнових кислот." (денна)</p> <p>Будова, класифікація та біологічне значення п'ятичленних і шестичленних гетероциклічних сполук. Вітаміни як гетероциклічні сполуки. Будова та властивості вітамінів В1, В2, В6, РР. Поняття про коферментну дію вітамінів. Нуклеїнові кислоти як полінуклеотиди. Будова та властивості ДНК; нуклеотидний склад, комплементарність азотистих основ. Первинна, вторинна та третинна структури ДНК. Особливості будови та структурної організації РНК. Типи РНК (рРНК, тРНК, мРНК) та їх роль в біосинтезі білків. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій.</p> |

Пр12 "Класифікація, будова та значення біологічно важливих п'ятичленних гетероциклічних сполук" (денна)

П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом (пірол, фуран, тіофен). Біомедичне значення тетрапірольних сполук: порфіринів, гема. Індол та його похідні: триптофан і реакції утворення триптаміну та серотоніну; індоксил, скатол – значення в процесах гниття білків в кишечнику. П'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами Нітрогену: тiazол, оксазол. Тiazол як структурний компонент молекули тіаміну (вітаміну В1). Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом Нітрогену: піридин. Нікотинамід (вітамін РР) як складова частина окислювально-відновних піридинових коферментів. Піридоксин та молекулярні форми В6. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

Пр13 "Класифікація, будова та значення біологічно важливих шестичленних гетероциклічних сполук" (денна)

Шестичленні гетероцикли з двома атомами Нітрогену. Діазини: піримідин, піразин, піридазин. Азотисті основи – похідні піримідину (урацил, цитозин, тимін). Похідні піримідину як лікарські засоби: 5-фторурацил, оротат калію. Барбітурова кислота; барбітурати як снодійні та протиепілептичні засоби (фенобарбітал, веронал). Пурин та його похідні. Амінопохідні пурину (аденін, гуанін). Їх таутомерні форми; біохімічне значення у утворенні нуклеотидів та коферментів. Гідроксипохідні пурину: гіпоксантин, сечова кислота, метильовані похідні ксантину (кофеїн, теофілін, теобромін) як фізіологічно активні сполуки з дією на центральну нервову та серцево-судинну систему. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

## **Тема 7. Нуклеозиди, нуклеотиди, нуклеїнові кислоти**

Пр14 "Гетероциклічні сполуки. Будова, властивості та біологічне значення нуклеозидів та нуклеотидів." (денна)

Нуклеозиди, нуклеотиди. Азотисті основи пуринового і піримідинового ряду, що входять до складу природних нуклеотидів. Мінорні азотисті основи. Нуклеозиди. Нуклеотиди як фосфорильовані похідні нуклеозидів (нуклеозидмоно-, ди- і трифосфати). Номенклатура нуклеозидів та нуклеотидів як компонентів РНК та ДНК. Будова та біохімічні функції вільних нуклеотидів: нуклеотиди-коферменти; циклічні нуклеотиди 3', 5'-цАМФ та 3', 5'-цГМФ. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті та обговорення результатів досліджень.

Пр15 "Будова та біохімічні функції нуклеїнових кислот." (денна)

Нуклеїнові кислоти (дезоксирибонуклеїнові, рибонуклеїнові) як полінуклеотиди. Полярність полінуклеотидних ланцюгів ДНК та РНК. Будова та властивості ДНК; нуклеотидний склад, компліментарність азотистих основ. Первинна, вторинна та третинна структури ДНК.РНК: будова, типи РНК та їх роль в біосинтезі білків. Вітаміни: загальна характеристика; поняття про коферментну дію вітамінів. Будова та властивості вітамінів В1, В2, В6, РР. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

## **Тема 8. Вищі жирні кислоти. Ліпіди**

Пр16 "Вищі жирні кислоти. Ліпіди" (денна)

Ліпіди: визначення, класифікація. Складові омилюваних ліпідів (гліцерин, сфінгозин, коламін, холін, серин, ортофосфатна кислота, ВЖК - пальмітинова, стеаринова, арахідова, пальмітолеїнова, олеїнова, лінолева, ліноленова, арахідонова). Умовний запис складу ВЖК: кількість атомів С, наявність або відсутність кратних зв'язків у карбоновому ланцюгу, місце розміщення кратних зв'язків. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

Пр17 "Омилювані складні ліпіди. Неомилювані ліпіди" (денна)

Реакції утворення і формули тригліцеридів, рівняння гідролізу (кислотного та лужного (омилання), відмінність продуктів (жирні кислоти, солі ЖК - мила), приєднання (гідратування, галогенування). Складні ліпіди: фосфоліпіди. Неомилювані ліпіди. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

**Тема 9. Узагальнення і систематизація знань про біоорганічні сполуки. Підсумковий контроль засвоєння модуля**

Пр18 "Ситуаційні задачі. Узагальнення і систематизація знань про біоорганічні сполуки." (денна)

Ситуаційні задачі. Узагальнення і систематизація знань про біоорганічні сполуки. Підсумковий контроль засвоєння модуля

**Тема 10. Засвоєння принципів проведення біохімічних лабораторних досліджень; обґрунтування та клініко-діагностичне значення змін біохімічних показників.**

Пр19 "Засвоєння принципів проведення біохімічних лабораторних досліджень; обґрунтування та клініко-діагностичне значення змін біохімічних показників." (денна)

Визначення біохімії як науки. Місце біохімії серед інших медико-біологічних дисциплін. Досягнення і перспективи розвитку біохімії, теоретичної та молекулярної біології, біотехнології, генної інженерії. Мета біохімічних лабораторних досліджень, критерії оцінки лабораторних методів, принципи забору матеріалу для досліджень, помилки лабораторної діагностики. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті з обговоренням техніки безпеки при роботі в біохімічній лабораторії, демонстрацією основних приладів та обладнання.

**Тема 11. Вивчення методів дослідження і фракціонування амінокислотного складу біологічних речовин.**

Пр20 "Вивчення методів дослідження і фракціонування амінокислотного складу біологічних речовин." (денна)

Загальна характеристика та біологічні функції білків і пептидів. Амінокислотний склад білків і пептидів; будова, класифікація і фізико-хімічні властивості амінокислот. Утворення пептидного зв'язку. Рівні структурної організації білків. Хімічні зв'язки в біл-ковій молекулі. Методи вивчення та дослідження в біологічних рідинах амінокислот і білків. Кольорові реакції на амінокислоти. Хроматографічні методи розділення амінокислот. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті та застосування віртуальної симуляції (лабораторної роботи "Кольорові реакції на білки та амінокислоти") з подальшим обговоренням результатів.

**Тема 12. Дослідження фізико-хімічних властивостей білків-ферментів. Вивчення класифікації, особливостей будови та методів дослідження складних білків. Вивчення структури, функцій та фізико-хімічних властивостей нуклеїнових кислот.**

Лк5 "Біологічна хімія як наука. Білки та пептиди: функції, будова. Ферменти: будова, властивості, класифікація." (денна)

Біологічна хімія як наука: предмет, завдання, об'єкти дослідження. Молекулярний склад живих організмів. Білки та пептиди: біологічні функції, будова, рівні структурної організації. Ферменти: будова, властивості, класифікація. Регуляція метаболічних процесів: регуляторні ферменти. Кофактори та коферменти. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій.

Пр21 "Дослідження фізико-хімічних властивостей білків. Вивчення класифікації білків." (денна)

Фізико-хімічні властивості білків: амфотерність, ізоелектрична точка (pI), розчинність білків, термодинамічна стабільність білкових молекул, денатурація. Методи виділення білків з біооб'єктів, їх фракціонування і аналіз будови. Сучасні класифікації білків. Загальна характеристика окремих класів білків, їх роль. Природні пептиди. Складні білки: класифікація, представники окремих класів, вміст в організмі людини. Нуклеотиди будова, структурні компоненти, номенклатура, біологічна роль. Мінорні азотисті основи та нуклеотиди. Вільні нуклеотиди: участь у метаболічних реакціях та їх регуляції. Циклічні нуклеотиди. Нуклеїнові кислоти: особливості структурної організації, біологічні функції ДНК і РНК. Методи вивчення складу та особливостей будови складних білків. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті та застосування віртуальної симуляції (лабораторної роботи "Виділення та аналіз нуклеїнових кислот") з подальшим обговоренням результатів.

**Тема 13. Вивчення структури, фізико-хімічних властивостей та класифікації ферментів. Засвоєння методів виявлення ферментів в біологічних об'єктах. Визначення активності ферментів, дослідження механізму їх дії.**

Пр22 "Вивчення структури, фізико-хімічних властивостей та класифікації ферментів." (денна)

Ферменти як біологічні каталізатори реакцій обміну речовин; властивості білків-ферментів. Номенклатура ферментів та їх класифікація за типом реакції. Будова ферментних білків; олігомерні білки-ферменти; мультиензимні комплекси. Кофактори та коферменти. Будова і властивості коферментів; вітаміни як попередники в біосинтезі коферментів. Класифікація коферментів за хімічною природою, типом реакції, яку вони каталізують. Складні білки-ферменти; простетичні групи складних білків-ферментів. Методи виділення ферментів з біооб'єктів, їх фракціонування, аналіз активності. Вивчення даної теми передбачає теоретичну роботу в навчальній кімнаті, розв'язування ситуаційних задач, виконання лабораторної роботи та обговорення результатів досліджень.

#### **Тема 14. Вивчення кінетики ферментативного каталізу. Дослідження ролі кофакторів та коферментних вітамінів у прояві каталітичної активності ферментів.**

Пр23 "Вивчення кінетики ферментативного каталізу." (денна)

Механізми дії ферментів: а) термодинамічні закономірності ферментативного каталізу; б) активні центри ферментів; в) гіпотези ферментативного каталізу Е.Фішера та Д. Кошленда. Послідовність етапів каталітичного процесу. Ферментативне перетворення субстратів при каталітичній дії ферменту на прикладі дії хімотрипсину та ацетилхолінестерази. Спектрофотометричні методи визначення активності ферментів та візуалізація результатів ферментативної реакції. Одиниці виміру активності та кількості ферментів: міжнародні одиниці, катал, питома активність ферменту. Кінетика ферментативних реакцій: залежність швидкості реакцій від концентрації ферменту, субстрату, рН та температури. Константа Міхаеліса-Ментен, її смислове значення. Обробка рівняння Міхаеліса-Ментен за методом подвійних зворотних величин – рівняння Лайнуївера-Берка. Використання  $K_m$  для характеристики активності ферментів і передбачення можливості перебігу метаболічних процесів у клітині. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, вирішення ситуаційних задач, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів досліджень.

#### **Тема 15. Вивчення регуляції ферментативних процесів та аналіз механізмів виникнення ензимопатій. Медична ензимологія**

Пр24 "Вивчення регуляції ферментативних процесів та аналіз механізмів виникнення ензимопатій. Медична ензимологія." (денна)

Регуляція ферментативних процесів. Інгібітори та активатори. Зворотне (конкурентне та неконкурентне) і незворотне інгібування ферментів. Фізіологічно активні сполуки та ксенобіотики як зворотні та незворотні інгібітори ферментів. Шляхи та механізми регуляції ферментативних процесів. Ізоферменти в ензимодіагностиці, тканинна специфічність розподілу ізоферментів. Основні аспекти сучасної ензимодіагностики. Клітинні, секреторні та екскреторні ферменти. Застосування ензимодіагностики в кардіології, гепатології, нефрології, урології, онкології, пульманології, ортопедії тощо. Порушення перебігу ферментативних процесів: природжені (спадкові) та набуті ензимопатії, уроджені вади метаболізму, їх клініко-лабораторна діагностика. Ензимотерапія – використання ферментів як лікарських засобів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, вирішення ситуаційних задач, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів досліджень, застосуванням віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 16. Обмін речовин і енергії. Вивчення стадій аеробного катаболізму та тканинного дихання. Дослідження функціонування, регуляції та енергетичної вартості циклу трикарбонових кислот.**

Пр25 "Обмін речовин і енергії. Вивчення стадій аеробного катаболізму та тканинного дихання." (денна)

Загальні закономірності обміну речовин; катаболічні, анаболічні та амфіболічні шляхи метаболізму. Екзергонічні та ендергонічні біохімічні реакції; роль АТФ та інших макроергічних фосфатів у поєднанні процесів, що проходять з вивільненням та запасанням енергії. Стадії катаболізму біомолекул в організмі. Біологічне окиснення та тканинне дихання. Реакції біологічного окиснення: типи реакцій (дегідрогеназні, оксидазні, оксигеназні) та їх біологічне значення. Загальна характеристика циклу лимонної кислоти: схема функціонування, послідовність реакцій, характеристика ферментів, біохімічне значення. Особливості функціонування альфа-кетоглутаратдегідрогеназного мультиензимного комплексу. Реакція субстратного фосфорилування в циклі лимонної кислоти. Сумарний баланс молекул АТФ (енергетичний баланс), що утворюються при функціонуванні циклу. Анаплеротичні та амфіболічні реакції циклу лимонної кислоти. Регуляція ЦЛК: регуляторні ферменти, активатори, інгібітори. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 17. Дослідження біологічного окиснення, окисного фосфорилування та синтезу АТФ. Засвоєння принципів хеміосмотичної теорії, аналіз механізму дії інгібіторів і роз'єднувачів окисного фосфорилування.**

Пр26 "Дослідження біологічного окиснення, окисного фосфорилування та синтезу АТФ." (денна)

Шляхи синтезу АТФ у клітинах: субстратне та окисне фосфорилування. Утворення АТФ у клітинах за анаеробних та аеробних умов. Ферменти біологічного окиснення в мітохондріях: піридин-, флавінзалежні дегідрогенази, цитохроми. Молекулярна організація мітохондріального ланцюга біологічного окиснення: компоненти дихального ланцюга як окисно-відновні пари кофакторів, їх редокс-потенціали; молекулярні комплекси внутрішніх мембран мітохондрій. Шляхи включення відновлювальних еквівалентів у дихальний ланцюг мітохондрій. Окисне фосфорилування. Коефіцієнт окисного фосфорилування, пункти спряження окиснення та фосфорилування. Хеміосмотична теорія окисного фосфорилування – молекулярний механізм генерації АТФ у процесі біологічного окиснення: основні положення. Інгібітори транспорту електронів (ротинон, амітал, антимицин А, ціаніди, монооксид вуглецю). Роз'єднувачі окисного фосфорилування (2,4-динітрофенол, гормони щитовидної залози, вільні жирні кислоти), їх біомедичне значення. Роль бурої жирової тканини у термогенезі. Регуляція тканинного дихання й окисного фосфорилування. Дихальний контроль. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 18. Тестовий контроль змістового модуля 1 “Загальні закономірності метаболізму”.**

Пр27 "Тестовий контроль змістового модуля 1 "Загальні закономірності метаболізму". (денна)

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 1. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

**Тема 19. Дослідження гліколізу - анаеробного окислення вуглеводів. Дослідження аеробного окислення глюкози та альтернативних шляхів обміну моносахаридів.**

Лк6 "Обмін вуглеводів" (денна)

Анаеробний гліколіз. Регуляція гліколізу, ключові реакції, енергетичний баланс. Етапи аеробного окиснення глюкози. Окиснювальне декарбоксилювання пірувату. Розщеплення та біосинтез глікогену: ферментативні реакції глікогенезу та глікогенолізу. Гормональна регуляція обміну глікогену в м'язах та печінці. Генетичні порушення ферментів метаболізму глікогену: глікогенози, аглікогенози. Глюконеогенез: фізіологічне значення, субстрати, ферментативні реакції, регуляторні ферменти, енергетика процесу. ПФШ окиснення глюкози: біологічне значення, послідовність реакцій, особливості функціонування у різних тканинах. Біохімія цукрового діабету: інсулінозалежна та інсулінонезалежна форми; клініко-біохімічна характеристика. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій.

Пр28 "Дослідження гліколізу - анаеробного окислення вуглеводів. Дослідження аеробного окислення глюкози та альтернативних шляхів обміну моносахаридів." (денна)

Класифікація вуглеводів. Особливості й роль основних представників моно- та олігосахаридів, гомо- та гетерополісахаридів. Біохімічні механізми перетравлювання та всмоктування вуглеводів; порушення процесів. Анаеробний гліколіз: парціальні реакції, локалізація в клітині, біологічна роль. Регуляція гліколізу, ключові реакції, енергетичний баланс. Діагностичне значення визначення ЛДГ у сироватці крові. Етапи аеробного окиснення глюкози. Окиснювальне декарбоксилювання пірувату. Структура, особливості функціонування і механізми регуляції активності піруватдегідрогеназного мультиферментного комплексу. Порівняльна характеристика біоенергетики аеробного та анаеробного окиснення глюкози. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуальної симуляції (виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення активності амілази у сироватці крові за методом Каравея") з подальшим обговоренням результатів.

**Тема 20. Дослідження катаболізму та біосинтезу глікогену. Регуляція обміну глікогену. Вивчення метаболізму глікокон'югатів. Дослідження механізмів глюконеогенезу та альтернативних шляхів обміну вуглеводів. Вивчення методів визначення глюкози в крові.**

Пр29 "Дослідження катаболізму та біосинтезу глікогену. Регуляція обміну глікогену. Дослідження механізму глюконеогенезу та альтернативних шляхів обміну вуглеводів." (денна)

Розщеплення та біосинтез глікогену: ферментативні реакції глікогенезу та глікогенолізу. Каскадні механізми цАМФ-залежної регуляції активностей глікогенфосфорилази та глікогенсинтази. Гормональна регуляція обміну глікогену в м'язах та печінці. Генетичні порушення ферментів метаболізму глікогену: глікогенози, аглікогенози. Біосинтез глюкози - глюконеогенез: фізіологічне значення, субстрати, ферментативні реакції, регуляторні ферменти, енергетика процесу. Лактат та аланін як субстрати ГНГ, глюкозо-лактатний (цикл Корі) та глюкозо-аланіновий цикли. ПФШ окиснення глюкози: біологічне значення, послідовність реакцій, особливості функціонування у різних тканинах. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення фруктози в організмі людини. Метаболічний шлях та ферментативні реакції перетворення галактози в організмі людини. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

### **Тема 21. Дослідження механізмів метаболічної та гормональної регуляції обміну глюкози крові. Біохімія цукрового діабету.**

Пр30 "Дослідження механізмів метаболічної та гормональної регуляції обміну глюкози крові. Цукровий діабет." (денна)

Гормони – регулятори обміну глюкози (глюкагон, адреналін, глюкокортикоїди, соматотропін, інсулін - ефекти та механізми впливу на рівень глюкоземії). Глюкоземія: нормальний стан, фактори, які забезпечують нормальний вміст глюкози в крові. Причини виникнення гіпо- і гіперглюкоземії. Глюкозурія. Біохімія цукрового діабету: інсулінозалежна та інсулінонезалежна форми; клініко-біохімічна характеристика. Діагностичні критерії цукрового діабету: глюкозотолерантний тест, подвійне цукрове навантаження, визначення глікозильованого гемоглобіну та фруктозміну. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

### **Тема 22. Вирішення ситуаційних тестових завдань із “Крок-1” (3 семестр).**

Пр31 "Вирішення ситуаційних тестових завдань із “Крок-1” (3 семестр)." (денна)

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами: Особливості структури і дії ферментів. Біоенергетика. Загальні шляхи метаболізму. Обмін та функції вуглеводів. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

### **Тема 23. Загальна характеристика ліпідів. Дослідження ліполізу та його регуляції. Бета-окиснення жирних кислот. Дослідження обміну кетонових тіл.**



Лк7 "Обмін ліпідів" (денна)

Катаболізм триацилгліцеролів: послідовність реакцій, механізм регуляції активності триацилгліцеролліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу. Окиснення жирних кислот. Біосинтез вищих жирних кислот. Біосинтез триацилгліцеролів: субстрати, послідовність реакцій, ферментне забезпечення. Біосинтез фосфоліпідів у тканинах людини. Біосинтез холестеролу: метаболічні попередники, схема послідовності реакцій, регуляція синтезу. Шляхи біотрансформації холестеролу. Гормональна регуляція процесів метаболізму ліпідів. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовних лекцій (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр32 "Загальна характеристика ліпідів. Дослідження ліполізу та його регуляції." (денна)

Ліпіди: будова, класифікація, біологічні функції основних класів. Жирнокислотний склад ліпідів - насичені та ненасичені жирні кислоти (фізико-хімічні властивості, вміст у тканинних ліпідах людини). Катаболізм триацилгліцеролів: послідовність реакцій, механізм регуляції активності триацилгліцеролліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу. Окиснення жирних кислот: біологічна роль, етапи, активація жирних кислот. Роль карнітину в транспорті жирних кислот у мітохондрії. Послідовність ферментативних реакцій. Виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення загальних ліпідів в сироватці крові". Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуальної симуляції (виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення концентрації фосфоліпідів у сироватці крові") з подальшим обговоренням результатів.

**Тема 24. Дослідження біосинтезу жирних кислот, триацилгліцеролів і складних ліпідів. Визначення загальних фосфоліпідів в сироватці крові. Дослідження біосинтезу і біотрансформації холестеролу, ліпопротеїнів крові.**

Пр33 "Дослідження біосинтезу жирних кислот, триацилгліцеролів і складних ліпідів. Дослідження біосинтезу і біотрансформації холестеролу, ліпопротеїнів крові." (денна)

Біосинтез вищих жирних кислот: метаболічні джерела, регуляція, ферментативні реакції синтезу пальмітату. Біосинтез триацилгліцеролів: субстрати, послідовність реакцій, ферментне забезпечення. Біосинтез фосфоліпідів у тканинах людини. Поняття про ліпотропні фактори. Метаболізм сфінголіпідів. Генетичні аномалії обміну сфінголіпідів - сфінголіпідози. Біосинтез холестеролу: метаболічні попередники, схема послідовності реакцій, регуляція синтезу. Шляхи біотрансформації холестеролу: етерифікація; утворення жовчних кислот, стероїдних гормонів, вітаміну Д3; екскреція холестеролу з організму. Роль цитохрому Р-450 в біотрансформації фізіологічно активних стероїдів. Циркуляторний транспорт ліпідів. Класи ліпопротеїнів крові: хімічний склад, утворення, біологічна роль, методи фракціонування; апопротеїни. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 25. Дослідження механізмів метаболізму в адипоцитах. Обмін гліцеролу. Біохімія ненасичених жирних кислот. Дослідження регуляції і порушень обміну ліпідів.**

Пр34 "Дослідження механізмів метаболізму в адипоцитах. Обмін гліцеролу. Дослідження регуляції і порушень обміну ліпідів." (денна)

Загальне уявлення про вітамін F: добова потреба, джерела, біологічна роль, наслідки недостатності. Особливості ліпогенезу і ліполізу в жировій тканині; взаємозв'язок з метаболізмом вуглеводів. Особливості метаболізму гліцеролу: послідовність реакцій катаболізму, енергетичний ефект, участь у реакціях анаболізму. Механізми регуляції основних шляхів метаболізму ліпідів. Гормональна регуляція ліпідного обміну. Порушення метаболізму ліпідів при цукровому діабеті. Метаболічні причини розвитку жирової інфільтрації печінки. Порушення метаболізму холестеролу: біохімічні механізми розвитку жовчнокам'яної хвороби. Гіперліпопротеїнемії: класифікація, загальна характеристика. Гіперальфаліпопротеїнемія. Роль атерогенних ліпопротеїнів у виникненні атеросклерозу. Біохімія ожиріння. Взаємозв'язок метаболізму ліпідів і вуглеводів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 26. Тестовий контроль засвоєння змістового модуля 2 “Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція”: тестування.**

Пр35 "Тестовий контроль засвоєння змістового модуля 2 “Метаболізм вуглеводів, ліпідів та його регуляція”: тестування ." (денна)

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 2. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

**Тема 27. Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань та практичних навичок змістових модулів 1 і 2.**

Пр36 "Підсумковий контроль засвоєння теоретичних питань та практичних навичок змістових модулів 1 і 2." (денна)

Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 2 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

**Тема 28. Загальні шляхи катаболізму амінокислот. Утворення та знешкодження аміаку. Орнітиновий цикл.**

Лк8 "Обмін білків та амінокислот" (денна)

Шляхи утворення і підтримання пулу вільних амінокислот в організмі людини. Загальні шляхи перетворення вільних амінокислот до кінцевих продуктів. Дезамінування амінокислот. Глутаматдегідрогеназна реакція, її значення і регуляція. Трансамінування амінокислот: реакції, біохімічне значення, механізм дії амінотрансфераз. Механізм непрямого дезамінування амінокислот. Декарбоксілювання амінокислот: ферменти, фізіологічне значення. Біосинтез сечовини: біологічна роль, регуляція, локалізація процесу, послідовність реакцій. Порушення циклу сечовини. Спеціалізовані шляхи обміну амінокислот. Порушення білкового обміну та метаболізму амінокислот. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр37 "Загальні шляхи катаболізму амінокислот. Утворення та знешкодження аміаку. Орнітиновий цикл." (денна)

Шляхи утворення і підтримання пулу вільних амінокислот в організмі людини. Дезамінування амінокислот: типи дезамінування, послідовність реакцій. Глутаматдегідрогеназна реакція, її значення і регуляція. Трансамінування амінокислот: реакції, біохімічне значення, механізм дії аміотрансфераз. Декарбоксілювання амінокислот: ферменти, фізіологічне значення. Окиснення біогенних амінів. Шляхи перетворення безазотистих залишків амінокислот. Поняття про глюкогенні та кетогенні амінокислоти. КДЗ визначення активності аміотрансфераз. Шляхи утворення аміаку в організмі. Біосинтез сечовини: біологічна роль, регуляція, локалізація процесу, послідовність реакцій. Зв'язок орнітинового циклу з перетворенням фумарової та аспарагінової кислот. Порушення циклу сечовини. Гіперамоніємії. Виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення концентрації сечовини у сироватці крові". Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

## **Тема 29. Метаболізм окремих амінокислот у нормі та при патологічних станах організму.**

Пр38 "Метаболізм окремих амінокислот у нормі та при патологічних станах організму." (денна)

Спеціалізовані шляхи обміну ациклічних амінокислот. Обмін гліцину та серину. Обмін сірковмісних амінокислот: реакції метилювання; синтез креатину. Глутатіон, його роль в обміні органічних пероксидів. Особливості обміну амінокислот з розгалуженими ланцюгами. Обмін аргініну; біологічна роль оксиду азоту, NO-синтази. Спеціалізовані шляхи метаболізму циклічних амінокислот. Порушення білкового обміну. Квашіоркор. Аміноацидурія. Генетичні аномалії циклу сечовини. Гіперамоніємії. Спадкова ензимопатія обміну ациклічних амінокислот (гліцину, метіоніну, цистеїну). Генетичні аномалії обміну амінокислот із розгалуженим ланцюгом. Хвороба кленового сиропу. Спадкові порушення обміну циклічних амінокислот (фенілаланіну, тирозину, триптофану, гістидину). Порушення азотистого обміну при цукровому діабеті. Вивчення цієї теми передбачає перегляд відеоматеріалів на практичному занятті та обговорення результатів самостійної роботи на основі завдань з "Робочого зошита".

## **Тема 30. Будова нуклеотидів та полінуклеотидів. Дослідження біосинтезу і катаболізму пуринових та піримідинових нуклеотидів. Визначення кінцевих продуктів їх обміну. Порушення обміну нуклеотидів.**

Пр39 "Дослідження біосинтезу і катаболізму пуринових та піримідинових нуклеотидів. порушення обміну нуклеотидів." (денна)

Біосинтез пуринових нуклеотидів: схема утворення ІМФ. Джерела окремих атомів у молекулі пурину. Утворення АМФ, ГМФ, АТФ, ГТФ. Регуляція синтезу пуринових нуклеотидів. Біосинтез пуринових нуклеотидів із азотистих основ. Біосинтез піримідинових нуклеотидів: реакції утворення УМФ, УДФ, УТФ та ЦТФ. Регуляція синтезу піримідинових нуклеотидів. Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Утворення тимідинових нуклеотидів, інгібітори біосинтезу дТМФ як протипухлинні засоби. Катаболізм нуклеотидів. Реакції розщеплення пуринових нуклеотидів. Схема катаболізму піримідинових нуклеотидів. Спадкові порушення метаболізму нуклеотидів. Подагра. Синдром Леша-Ніхана. Оротатацидурия. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 31. Дослідження реплікації ДНК і транскрипції РНК. Біосинтез білка в рибосомах. Дослідження процесів ініціації, елонгації та термінації в синтезі поліпептидного ланцюга. Інгібіторна дія антибіотиків.**

Пр40 "Дослідження реплікації ДНК і транскрипції РНК. Біосинтез білка в рибосомах." (денна)

Біологічне значення реплікації ДНК. Ферменти реплікації ДНК у прокаріотів та еукаріотів. Молекулярні механізми реплікації ДНК.. . Загальна схема транскрипції; кодуючі та некуючі ланцюги ДНК. РНК-полімерази прокаріотів та еукаріотів. Сигнали транскрипції: промоторні, ініціаторні, термінаторні ділянки геному. Процесинг - посттранскрипційна модифікація РНК. Особливості реплікації геному вірусів. Антибіотики - інгібітори транскрипції. Генетичний код; його властивості. Транспортні РНК та активація амінокислот. Етапи та механізми трансляції. Посттрансляційна модифікація пептидних ланцюгів. Регуляція трансляції. Біохімічні механізми противірусної дії інтерферонів. Полімеразна ланцюгова; її біомедичне застосування. Біологічне значення та механізми репарації ДНК. Генна інженерія. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 32. Дослідження біохімічних ефектів білково-пептидних гормонів.**

Пр41 "Дослідження молекулярно-клітинних механізмів дії гормонів. Вивчення біохімічних ефектів білково-пептидних гормонів." (денна)

Гормони та інші біорегулятори у системі міжклітинної інтеграції функцій організму людини. Класи гормонів: білково-пептидні гормони; гормони - похідні амінокислот; гормони стероїдної природи; біорегулятори - похідні арахідонової кислоти. Синтез та секреція гормонів. Механізми регуляції секреції гормонів. Циркуляторний транспорт гормонів. Мішені гормональної дії; типи реакцій клітин на дію гормонів. Рецептори гормонів. Молекулярно-клітинні механізми дії білково-пептидних гормонів та біогенних амінів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 33. Дослідження гормональної регуляції метаболізму та клітинних функцій гормонів щитоподібної залози, катехоламінів, ейкозаноїдів, стероїдних гормонів. Дослідження гормональної регуляції гомеостазу кальцію та фосфатів в організмі.**

Пр42 "Дослідження гормональної регуляції метаболізму та клітинних функцій гормонів щитоподібної залози, катехоламінів, стероїдів та ейкозаноїдів." (денна)

Структура, біосинтез та біологічні ефекти тиреоїдних гормонів. Особливості порушень метаболічних процесів за умов гіпер- та гіпотиреозу. Біогенні аміни з гормональними та медіаторними властивостями: будова, біосинтез, фізіологічні ефекти, біохімічні механізми дії. Катехоламіни - адреналін, норадреналін, дофамін. Індоламіни - серотонін, мелатонін. Гістамін. Ейкозаноїди: загальна характеристика; номенклатура, біосинтез, біологічні та фармакологічні ефекти. Аспірин та інші нестероїдні протизапальні засоби як інгібітори синтезу простагландинів. Гормони - регулятори гомеостазу кальцію (паратгормон, кальцитріол, кальцитонін). Клініко-біохімічна характеристика порушень кальцієвого гомеостазу (рахіт, остеопороз). Стероїдні гормони: номенклатура, класифікація. Схема генезу стероїдних гормонів з холестеролу. Фізіологічні та біохімічні ефекти стероїдів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, а також використання віртуальної симуляції(перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

#### **Тема 34. Контроль засвоєння змістового модуля 3 “Метаболізм амінокислот. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій”.**

Пр43 "Контроль засвоєння змістового модуля 3 “Метаболізм амінокислот. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій”." (денна)

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 3. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU. Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 3 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

#### **Тема 35. Дослідження функціональної ролі водорозчинних вітамінів у метаболізмі та реалізації клітинних функцій.**

Пр45 "Дослідження функціональної ролі водорозчинних вітамінів метаболізмі та реалізації клітинних функцій." (денна)

Біохімічна характеристика окремих водорозчинних вітамінів (В1, В2, В3, В5, В6, В12, Вс, Н, С): хімічна будова, біологічна роль, утворення коферментних форм, добова потреба, основні джерела, метаболізм та механізм дії, прояви недостатності. Практичне застосування вітамінів. Взаємозв'язок між окремими вітамінами в організмі людини. Передбачена презентація результатів колективних завдань (аудиторних), які виконуються групами з 4-5 студентів.

#### **Тема 36. Вивчення біохімічних ефектів та методів визначення жиророзчинних вітамінів, вітаміноподібних речовин . Визначення макро- та мікроелементів у біологічному матеріалі.**

Пр44 "Дослідження процесу перетравлювання поживних речовин у травному каналі. Вивчення біохімічних ефектів жиророзчинних вітамінів, вітаміноподібних речовин." (денна)

Дослідження процесу перетравлювання поживних речовин (білків, вуглеводів, ліпідів) у травному каналі. Загальна характеристика вітамінів як компонентів харчування людини; водорозчинні та жиророзчинні вітаміни; хвороби вітамінної недостатності. Класифікація та номенклатура вітамінів. Поняття про авітамінози, гіповітамінози, гіпервітамінози. Біохімічна характеристика жиророзчинних вітамінів (А, D, Е, К, F): хімічна будова, біологічні властивості, добова потреба, джерела, роль в обміні речовин, метаболізм та механізм дії. Хвороби недостатності жиророзчинних вітамінів, гіпервітамінози. Біоантиоксидантні властивості жиророзчинних вітамінів. Вітаміноподібні речовини: структура і роль у обміні речовин. Антивітаміни: механізм дії, використання в медицині. Біологічна роль та розподіл води в організмі. Регуляція та порушення водно-сольового балансу. Біологічні функції макроелементів (Na, К, Са, Mg, Р, S, Cl, F) та прояви їх недостатності. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій. Виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення вмісту неорганічних фосфатів у сироватці крові".

**Тема 37. Дослідження фізіологічних та біохімічних функцій крові. Вивчення білків плазми крові: білки гострої фази запалення, індикаторні ферменти. Дослідження небілкових азотовмісних та безазотистих органічних компонентів крові.**

Лк9 "Біохімія крові" (денна)

Дихальна функція еритроцитів. Механізм участі гемоглобіну в транспорті кисню та діоксиду вуглецю. Патобіохімія гемоглобіну: варіанти та патологічні форми гемоглобіну. Молекулярні порушення будови гемоглобінів (гемоглобінози) - гемоглобінопатії, таласемії. Кислотно-основний стан (КОС) організму людини. Білки плазми крові та їх клініко-біохімічна характеристика. Протеїнограма білків у нормі та за умов патології. Ферменти плазми крові, їх значення в ензимодіагностиці захворювань внутрішніх органів. Калікреїн-кінінова система. Небілкові азотисті компоненти крові. Азотемії. Безазотисті органічні сполуки плазми крові. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр46 "Дослідження фізіологічних та біохімічних функцій крові. Вивчення білків, небілкових азотовмісних та безазотистих органічних компонентів плазми крові." (денна)

Загальна характеристика фізіологічних та біохімічних функцій крові. Дихальна функція еритроцитів. Гемоглобін: структура і властивості. Механізм участі гемоглобіну в транспорті кисню та діоксиду вуглецю. Патобіохімія гемоглобіну: варіанти та патологічні форми гемоглобіну. Молекулярні порушення будови гемоглобінів (гемоглобінози) - гемоглобінопатії, таласемії. Кислотно-основний стан (КОС) організму людини. Механізми регуляції та підтримки КОС: буферні системи крові, функція легень і нирок. Форми порушень кислотно-основного стану та показники КОС. Білки плазми крові та їх клініко-біохімічна характеристика. Фракціонування білків крові. Протеїнограма білків у нормі та за умов патології. Компоненти системи неспецифічної резистентності організму та білки "гострої фази" запальних процесів. Ферменти плазми крові, їх значення в ензимодіагностиці захворювань внутрішніх органів. Небілкові азотисті компоненти крові. Азотемії. Клініко-біохімічне та діагностичне значення змін вмісту сечовини, креатину, креатиніну, білірубину у сироватці крові. Безазотисті органічні сполуки плазми крові. Неорганічні компоненти крові. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій.

### **Тема 38. Вивчення біохімічних особливостей хімічного складу та обміну у сполучній тканині.**

Лк10 "Біохімічний склад сполучної тканини. Біохімія твердих тканин зуба." (денна)

Організація міжклітинного матриксу. Білки сполучної тканини. Біосинтез колагену. Особливості хімічного складу кісткової тканини: органічні та мінеральні речовини. Апатити: види та їх формування. Ферменти кісткової тканини та їх роль у фосфатному обміні. Послідовність процесу мінералізації кісткової тканини. Кальцій-фосфатний метаболізм в організмі людини: роль кальцію і фосфору, гормональна регуляція (паратгормон, кальцитріол, кальцитонін). Порушення метаболізму кісткової тканини: остеомалія, остеопороз, остеосклероз. Біохімічні тести для оцінки метаболізму у кістковій тканині. Особливості структури та властивостей хряща. Особливості хімічного складу емалі. Неорганічні компоненти емалі. Склад органічного матриксу емалі. Загальна характеристика будови та біологічної ролі білків енаміліну і амелогеніну; типи амелогеніну. Метаболізм емалі. Стадії амелогенезу. Проникливість емалі зубів та фактори, що впливають на неї. Первинна, вторинна і третинна мінералізація емалі. Особливості хімічного складу дентину: органічні та неорганічні компоненти. Основні фосфосіалопротеїни дентину та їх роль у метаболізмі зуба. Цемент зуба: особливості будови та хімічного складу. Цементогенез. Пульпа зуба: функції, особливості хімічного складу. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції (при наявності карантину - в режимі on-line).

Пр47 "Вивчення біохімічних особливостей хімічного складу та обміну у сполучній тканині." (денна)

Хімічний склад сполучної тканини. Білки волокон сполучної тканини: колаген, еластин. Біосинтез колагену та утворення фібрилярних структур. Складні вуглеводи сполучної тканини: глікозаміноглікани. Механізм участі молекул глікозаміногліканів у побудові основної речовини пухкої волокнистої сполучної тканини. Обмін протеогліканів. Патобіохімія сполучної тканини. Біохімічні механізми виникнення мукополісахаридозів та колагенозів, їх клініко-біохімічна діагностика. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 39. Вивчення біохімії кісткової тканини (будова, склад, мінералізація). Дослідження регуляції остеогенезу.**

Пр48 "Вивчення біохімії кісткової тканини (будова, склад, мінералізація). Дослідження регуляції остеогенезу." (денна)

Особливості хімічного складу кісткової тканини: органічні та мінеральні речовини. Апатити: види та їх формування. Ферменти кісткової тканини та їх роль у фосфатному обміні. Послідовність процесу мінералізації кісткової тканини. Кальцій-фосфатний метаболізм в організмі людини: роль кальцію і фосфору, гормональна регуляція (паратгормон, кальцитріол, кальцитонін). Порушення метаболізму кісткової тканини: остеомалія, остеопороз, остеосклероз. Біохімічні тести для оцінки метаболізму у кістковій тканині. Особливості структури та властивостей хряща. Загальна характеристика колагенових та неколагенових білків хрящової тканини: структура та функції. Регуляція метаболізму хрящової тканини. Вікові зміни хімічного складу та структури хряща. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 40. Вивчення біохімії тканин зуба. Формування емалі. Дослідження хімічного складу дентину та цементу.**

Пр49 "Вивчення біохімії тканин зуба. Формування емалі. Дослідження хімічного складу дентину та цементу." (денна)

Особливості хімічного складу емалі. Неорганічні компоненти емалі. Склад органічного матриксу емалі. Загальна характеристика будови та біологічної ролі білків енамініну і амелогеніну; типи амелогеніну. Метаболізм емалі. Стадії амелогенезу. Проникність емалі зубів та фактори, що впливають на неї. Первинна, вторинна і третинна мінералізація емалі. Особливості хімічного складу дентину: органічні та неорганічні компоненти. Основні фосфосіалопротеїни дентину та їх роль у метаболізмі зуба. Цемент зуба: особливості будови та хімічного складу. Цементогенез. Пульпа зуба: функції, особливості хімічного складу. Органічні компоненти пульпи. Періодонтальні волокна: особливості будови та метаболізму. Роль вітамінів та гормонів у регуляції процесів мінералізації тканин зуба. Біологічне значення фтору для метаболізму тканин зуба; основні джерела фтору. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 41. Вивчення біохімії ротової рідини: склад, секреція, біологічно активні сполуки слини. Вивчення біохімії ясневої рідини. Дослідження біохімічних змін у ротовій порожнині при деяких патологічних процесах. Вивчення біохімічних основ саліводіагностики.**



Пр50 "Вивчення біохімії ротової рідини: склад, секреція, біологічно активні сполуки слини. Вивчення біохімії ясневої рідини." (денна)

Біологічна роль слини. Енергетичне забезпечення слиноутворення. Неорганічні речовини та низькомолекулярні органічні речовини мішаної слини, їх роль. Особливості білкового складу слини. Загальна характеристика ферментів слини та їх біологічних функцій. Біологічно-активні речовини слинних залоз та слини: фактор росту нервів, фактор росту епітелію, паротин, калікреїн, ренін, оксид азоту. Фізико-хімічні властивості слини. Буферні системи слини. Міцелярна будова слини. Біохімія ясневої рідини: мінеральні та низькомолекулярні органічні речовини, білки та ферменти. Зміна ясневої рідини при захворюваннях пародонта. Біохімічні механізми розвитку та зміни при карієсі. Роль фтору та інших мікроелементів в карієсорезистентності. Роль фізико-хімічних властивостей у процесі захисту зубів від карієсогенних факторів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, розгляд ситуаційних завдань та використання віртуального моделювання (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

**Тема 42. Вивчення біохімічних функцій печінки. Роль печінки в обміні жовчних пігментів. Визначення білірубіну в сироватці крові. Дослідження процесів біотрансформації ксе-нобіотиків та ендегенних токсичних речовин. Мікрсомальне окиснення. Цитохром Р-450.**

Лк11 "Біохімічні функції печінки. Біотрансформація ендегенних токсичних сполук та ксенобіотиків. Біохімія жовтяниць." (денна)

Біохімічні функції гепатоцитів. Вуглеводна функція печінки та її порушення. Участь печінки в регуляції ліпідного складу крові. Роль печінки в обміні білків. Сечовино утворювальна функція печінки. Роль печінки в обміні вітамінів та мікроелементів. Жовчоутворювальна та пігментна функція печінки. Біохімічний склад жовчі. Детоксикаційна функція печінки: фази та типи реакцій біотрансформації ксенобіотиків у печінці; індуктори та інгібітори мікрсомальних монооксигеназ. Реакції кон'югації в гепатоцитах: біохімічні механізми, функціональне значення. Викладання проводиться у вигляді проблемно-орієнтовної лекції.

Пр51 "Вивчення біохімічних функцій печінки. Роль печінки в обміні жовчних пігментів." (денна)

Гомеостатична роль печінки в обміні речовин цілісного організму. Біохімічні функції гепатоцитів. Вуглеводна функція печінки та її порушення. Участь печінки в регуляції ліпідного складу крові. Роль печінки в обміні білків. Сечовино утворювальна функція печінки. Роль печінки в обміні вітамінів та мікроелементів. Жовчоутворювальна та пігментна функція печінки. Біохімічний склад жовчі. Клініко-біохімічна характеристика недостатності функцій печінки за умов хімічного, біологічного та радіаційного ураження. Порушення біохімічних процесів у печінці при окремих захворюваннях. Катаболізм гемоглобіну. Обмін жовчних пігментів. Патохімія жовтяниць: гемолітична, паренхіматозна, обтураційна жовтяниці. Спадкові порушення обміну жовчних пігментів. Біохімічні тести в діагностиці жовтяниць. Детоксикаційна функція печінки: фази та типи реакцій біотрансформації ксенобіотиків у печінці; індуктори та інгібітори мікрсомальних монооксигеназ. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій, виконання віртуальної лабораторної роботи "Кількісне визначення загального, прямого та непрямого білірубіну в сироватці крові (за методом Ієндрашика)".

**Тема 43. Вирішення ситуаційних тестових завдань із "Крок-1" (4 семестр).**

Пр52 "Вирішення ситуаційних тестових завдань із "Крок-1" (4 семестр)." (денна)

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами: Біохімія та обмін амінокислот, білків та нуклеїнових кислот. Обмін та функції ліпідів. Біохімія гормонів та медіаторів. Обмін порфіринів. Біохімія крові та сечі. Біохімія вітамінів та перетравлення. Функціональна біохімія. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

#### **Тема 44. Дослідження функціональної активності нирок та хімічного складу сечі.**

Пр53 "Дослідження функціональної активності нирок та хімічного складу сечі." (денна)

Водно-сольовий обмін в організмі. Особливості хімічного складу внутрішньоклітинних та позаклітинних рідинних просторів. Особливості обміну речовин у нирках. Роль нирок у регуляції електролітного складу та рН рідин організму. Біохімічні механізми сечоутворювальної функції нирок. Гормональні механізми регуляції водно-сольового обміну та функцій нирок. Ренін-ангіотензинова система. Гіпотензивні лікарські засоби - інгібітори ангіотензин-перетворювального ферменту. Біохімічний склад сечі в нормі та за умов патології. КДЗ аналізу складу сечі. Сечокам'яна хвороба: умови утворення каменів, їх хімічний склад та заходи профілактики. Клініко-біохімічні зміни при різних захворюваннях нирок. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, робота у групах над розв'язанням клінічних ситуацій, виконання віртуальної лабораторної роботи "Визначення креатиніну у сироватці крові методом Поппера".

#### **Тема 45. Біохімія м'язів. Вивчення біохімічного складу нервової тканини.**

Пр54 "Біохімія м'язів. Вивчення біохімічного складу нервової тканини" (денна)

Хімічний склад м'язів. Білки міофібрил: міозин, актин, тропоміозин, тропінін. Молекулярна організація товстих і тонких філаментів. Молекулярні механізми м'язового скорочення. Біоенергетика м'язової тканини: джерела АТФ у м'язах; синтез креатину і креатин фосфату. Клітинна організація, особливості обміну та біоенергетичних процесів у міокарді. Регуляція скорочення кардіоміоцитів. Патобіохімія м'язів - міопатії. Біохімічна діагностика захворювань міокарда. Хімічний склад нервової тканини: особливості зміни в онтогенезі. Мієлін: особливості хімічного складу, роль у функціонуванні нервової тканини. Метаболізм вуглеводів, ліпідів, білків та амінокислот у нервовій тканині. Особливості енергетичного обміну. Нейромедіатори: утворення, інактивація, роль у функціонуванні нервової системи. Рецептори для нейромедіаторів і фізіологічно активних сполук. Біохімічні основи пам'яті. Нейрохімічні механізми дії психотропних засобів. Вивчення цієї теми передбачає теоретичну роботу, виконання лабораторних робіт та обговорення результатів дослідження, використання віртуальної симуляції (перегляд фільмів) з подальшим обговоренням.

#### **Тема 46. Вирішення ситуаційних тестових завдань із "Крок-1" (3 - 4 семестри).**

Пр55 "Вирішення ситуаційних тестових завдань із "Крок-1" (3 - 4 семестри)." (денна)

Тестові питання з бази ліцензійного іспиту «Крок-1» за темами курсу за навчальний рік. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU.

#### **Тема 47. Контроль засвоєння змістового модуля 4 "Біохімія тканин, фізіологічних функцій та міжклітинних комунікацій".**

Пр56 "Контроль засвоєння змістового модуля 4 "Біохімія тканин, фізіологічних функцій та міжклітинних комунікацій"." (денна)

Проведення тестового контролю знань з змістового модулю передбачає оцінювання знань на базі тестів, аналогічних тестам ліцензійного іспиту «Крок-1» та відповідають темам змістового модулю 4. Проведення заняття передбачає використання комп'ютерного тестування, за умов карантинних обмежень - використання онлайн платформи Mix.SumDU. Перевірка теоретичних знань та практичних навичок з тем змістового модулю 4 здійснюються шляхом письмового/усного опитування за теоретичними питаннями.

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

|     |                                     |
|-----|-------------------------------------|
| МН1 | Лекційне навчання                   |
| МН2 | Навчання на основі досліджень (RBL) |
| МН3 | Самостійне навчання                 |
| МН4 | Електронне навчання                 |

Лекції надають студентам теоретичний матеріал з біологічної хімії, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти. Лекції доповнюються практичними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання. Дослідницькі лабораторні роботи надають можливість оцінювання студентами результатів біохімічних досліджень та змін біохімічних та ферментативних показників, що використовуються для діагностики найпоширеніших хвороб людини. Самостійна робота студентів полягає у підготовці до практичних занять, вирішенні ситуаційних завдань, підготовці презентацій, що сприяє формуванню вмінь та навичок аналізувати та узагальнювати інформацію, розвиває критичне мислення.

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. 2. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. 3. Прагнення до збереження навколишнього середовища, реалізації концепції сталого розвитку людства. 4. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

### 9.2 Види навчальної діяльності

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| НД1 | Підготовка до лекцій та практичних занять |
| НД2 | Підготовка до лабораторних робіт          |
| НД3 | Підготовка презентації                    |
| НД4 | Вирішення ситуаційних завдань             |

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. Критерії оцінювання

| Визначення                                            | Чотирибальна національна шкала оцінювання | Рейтингова бальна шкала оцінювання |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок | 5 (відмінно)                              | $170 \leq RD \leq 200$             |
| Вище середнього рівня з кількома помилками            | 4 (добре)                                 | $140 \leq RD < 169$                |
| Непогано, але зі значною кількістю недоліків          | 3 (задовільно)                            | $120 \leq RD < 139$                |
| Можливе повторне складання                            | 2 (незадовільно)                          | $0 \leq RD < 119$                  |

## 10.2 Методи поточного формативного оцінювання

|                                                                              | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Дедлайн, тижні                               | Зворотний зв'язок                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МФО1<br>Опитування та усні коментарі викладача за його результатами          | Надає можливість виявити стан набутих студентами знань та досвіду навчальної діяльності відповідно до мети кожного практичного заняття, з'ясувати складнощі при вивченні теми, скоригувати навчальний процес відповідно до динаміки обговорення у групі, зробити акценти у відповідності до медико-біологічного значення питань, що обговорюються.                                                                                                | Протягом усього періоду вивчення дисципліни. | За отриманими даними про результати навчання, на основі їх аналізу пропонується визначати оцінку як показник досягнень |
| МФО2<br>Експрес-тестування                                                   | Тестування є додатковим інструментом, який допомагає у експресній перевірці рівня засвоєння знань, умінь і навичок з кожної теми. Він також сприяє самоаналізу ступеню підготовки до обговорення теми заняття.                                                                                                                                                                                                                                    | Протягом всього періоду вивчення дисципліни  | Для отримання позитивної оцінки з тестування студент має надати 60% правильних відповідей                              |
| МФО3<br>Обговорення та самокорекція виконаної лабораторної роботи студентами | Виконання лабораторних робіт передусе обговорення принципів методу та ходу роботи, що сприяє самостійній роботі студентів протягом виконання експериментів. Лабораторна робота виконується підгрупами студентів. Обговорення отриманих результатів різними підгрупами студентів з акцентом на клініко-діагностичне значення спрямовано на підсилення мотиваності студентів до вивчення теоретичного матеріалу та аргументації медичного значення. | Протягом усього періоду вивчення дисципліни  | Усні коментарі викладача.                                                                                              |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МФО4<br>Захист презентацій та рефератів            | Оцінка набутих теоретичних знань з тем для самостійного вивчення.                                                                                                                                                               | Протягом усього періоду вивчення дисципліни | Зворотний зв'язок спрямований на підтримку самостійної роботи студентів, виявлення недоліків та оцінку рівня набутих теоретичних знань |
| МФО5<br>Розв'язування ситуаційних завдань з Крок-1 | Вирішення ситуаційних завдань з Крок-1 є додатковим інструментом, який допомагає у перевірці рівня засвоєння знань, умінь і навичок з кожної теми. Він також сприяє самоаналізу ступеню підготовки до обговорення теми заняття. | Протягом всього періоду вивчення дисципліни | Для отримання позитивної оцінки з тестування студент має надати 90% правильних відповідей                                              |

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

|                                                                       | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Дедлайн, тижні                              | Зворотний зв'язок                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МСО1<br>Підсумковий контроль: екзамен                                 | До складання іспиту допускаються здобувачі, які успішно засвоїли матеріал з дисципліни, склали тестування Крок-1 та підсумкове комп'ютерне тестування,                                                                                                                                                                    | Згідно розкладу                             | Здобувач може отримати 80 балів за іспит. Мінімальна кількість балів, яку має отримати студент -48 балів |
| МСО2<br>Поточне оцінювання рівня теоретичної та практичної підготовки | Включає в себе усне опитування, інтерпретацію результатів лабораторних робіт, поточне тестування. Студенти, які залучені до дослідницької діяльності, мають можливість презентувати результати власних досліджень на конференціях, конкурсах студентських наукових робіт тощо (заохочувальна діяльність, додаткові бали). | Протягом усього періоду вивчення дисципліни | Проводиться на кожному занятті результат виконання НД впливає на комплексну оцінку за практичне заняття  |

Контрольні заходи:

|                                                                     |  |                             |                                                    |
|---------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                     |  | Максимальна кількість балів | Можливість перескладання з метою підвищення оцінки |
| <b>Третій семестр вивчення</b>                                      |  | <b>200 балів</b>            |                                                    |
| МСО1. Підсумковий контроль: екзамен                                 |  | <b>80</b>                   |                                                    |
|                                                                     |  | 80                          | Ні                                                 |
| МСО2. Поточне оцінювання рівня теоретичної та практичної підготовки |  | <b>120</b>                  |                                                    |
|                                                                     |  | 120                         | Ні                                                 |

Поточна успішність оцінюється за традиційною 4-х бальною системою. Розраховані середнє арифметичні оцінки за тестування та теоретичну частину переводяться наприкінці семестру у бали шляхом множення на коефіцієнт (9.6 - для тестування, 14.4 - для теоретичної частини). Сума всіх отриманих балів за семестр є результатом оцінювання поточної роботи студентів. Підсумковий результат успішності за семестр – залік, який студент може отримати при виконанні умов регламенту за результатами поточної успішності, яка повинна складати більше 120 балів. Студенти, які за поточну успішність отримали менше ніж 120 балів повинні підвищити свій результат шляхом перездачі теоретичних питань («Список питань для підвищення балу за поточну успішність» : II та III семестри - по 70 питань). IV семестр: підсумкова оцінка в цьому семестрі є результатом складання письмового іспиту, який включає матеріал 1-5 змістових модулів (за II, III та IV семестр). До іспиту студенти допускаються при виконанні умов регламенту та при кількості балів за поточну успішність в II, III та IV семестрах – не менше ніж 72,0. (Коефіцієнт перерахунку поточної успішності – 0,6:  $120,0 \cdot 0,6 = 72$ ). Студенти, які за поточну успішність отримали менше ніж 72,0 повинні підвищити свій результат до вказаного мінімального балу шляхом перескладання теоретичного матеріалу з обов'язкового переліку питань («Список питань для підвищення балу за поточну успішність» у IV семестрі, 70 питань). Заохочувальні бали додаються до оцінки з дисципліни за виконання індивідуального дослідницького проєкту (захист студентської наукової роботи 12 балів, виступ на конференції 8 балів, стендова доповідь на конференції 7 балів, виступ на підсумковій лекції-конференції з дисципліни 7 балів, тези доповідей на конференції 5 балів). Загальний бал з дисципліни не може перевищувати 200 балів. При визначенні загального балу з дисципліни можливий перерахунок балів за системою неформальної освіти відповідно до Положення.

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

|     |                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| ЗН1 | Лабораторне обладнання (хімічне, фізичне, медичне, матеріали та препарати тощо) |
| ЗН2 | Бібліотечні фонди                                                               |
| ЗН3 | Інформаційно-комунікаційні системи                                              |
| ЗН4 | Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи                                       |

|     |                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЗН5 | Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)                                                                               |
| ЗН6 | Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, Інтернет-опитування, віртуальних лабораторій, віртуальних пацієнтів, для створення комп'ютерної графіки, моделювання тощо та ін.) |

## 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

| Основна література   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | Біологічна хімія [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Л. І. Гребеник, Л. О. Прімова, Н. М. Іншина та ін. ; за заг. ред. Л. І. Гребеник. — Суми : СумДУ, 2023. — 380 с.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2                    | Біологічна хімія [Текст] : підручник / Ю. І. Губський, І. В. Ніженковська, М. М. Корда та ін. ; за ред. І. В. Ніженковської. — Вінниця : Нова Книга, 2021. — 648 с.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3                    | Гонський, Я.І. Біохімія людини [Текст] : підручник / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук ; За ред. Я. І. Гонського. — 4-те вид., без змін. — Тернопіль : ТНМУ, Укрмедкнига, 2021. — 732 с.                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4                    | Biological and Bioorganic Chemistry [Текст] : textbook: in 2 books. Book 1 : Bioorganic Chemistry / B. S. Zimenkovsky, V. A. Muzychenko, I. V. Nizhenkovska, G. O. Syrova; edit.: B. S. Zimenkovsky, I. V. Nizhenkovska. — 3rd. ed. — Kyiv : Medicine, 2020. — 288 p.                                                                                                                                                       |
| 5                    | Посібник з біологічної хімії "Крок 1. Стоматологія" [Текст] : навч. посіб. / за ред.: О.Я. Склярова, Л.В. Гайової; упоряд.: Л.В. Яніцька, З.М. Скоробогатова, О.П. Хаврона, Т.І. Бондарчук. — К. : Медицина, 2019. — 360 с.                                                                                                                                                                                                 |
| Допоміжна література |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1                    | Божко, Н. В. Метаболізм вуглеводів [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студ. спец. 222 "Медицина", 228 "Педіатрія", 221 "Стоматологія" / Н. В. Божко, І. В. Чорна. — Суми : СумДУ, 2022. — 89 с.                                                                                                                                                                                                                     |
| 2                    | Іншина Н.М. Основи молекулярної біології: навч. посіб. / Н.М. Іншина – Суми: СумДУ, 2019 – 121 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3                    | Гребеник, Л.І. 3964 Біологічна хімія. Методичні вказівки до практичних занять. Змістові модулі 1, 2 [Електронний ресурс] : для студ. спец. 221 "Стоматологія". Ч.1 : Загальні закономірності метаболізму. Метаболізм угледовідів, ліпідів та його регуляція / Л. І. Гребеник, Л. О. Прімова, І. В. Чорна. — Електронне видання каф. Біофізики, біохімії, фармакології. — Суми : СумДУ, 2016. — 124 с.                       |
| 4                    | Гребеник, Л.І. 4340 Біологічна хімія: методичні вказівки до практичних занять [Електронний ресурс] : для студ. спец. 221 "Стоматологія". Ч.2 : Обмін амінокислот. Молекулярна біологія. Біохімія тканин, фізіологічних функцій та міжклітинних комунікацій (Змістові модулі 3, 4) / Л. І. Гребеник, Л. О. Прімова, І. В. Чорна. — Електронне видання каф. Біофізики, біохімії, фармакології. — Суми : СумДУ, 2018. — 188 с. |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                       | Іншина, Н.М. Курс лекцій з біохімії. Розділ "Метаболізм нуклеотидів" [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Н. М. Іншина. — Електронне видання каф. Біофізики, фармак. та біомолек. інженер. — Суми : СумДУ, 2018. — 41 с. |
| 6                                       | Ferrier, D. R. Lippincott Illustrated Reviews: Biochemistry [Текст] / D. R. Ferrier. — 7th ed. — Wolters Kluwer, 2017. — 565 p.                                                                                           |
| <b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b> |                                                                                                                                                                                                                           |
| 1                                       | biofarm@med.sumdu.edu.ua                                                                                                                                                                                                  |