



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет медико-фармацевтичних технологій
Кафедра біологічної хімії та ветеринарної медицини

БІОЛОГІЧНА ХІМІЯ

РОБОЧА ПРОГРАМА
освітньої компоненти

підготовки _____ другий (магістерський) рівень вищої освіти _____
галузі знань _____ 22 Охорона здоров'я _____
спеціальності _____ 226 Фармація, промислова фармація _____
освітньої програми _____ Клінічна фармація _____
спеціалізації (й) _____

2023 рік

Робоча програма освітньої компоненти «Біологічна хімія» спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація», освітньої програми «Клінічна фармація» для здобувачів вищої освіти 2 та 3 курсу денної та заочної форм навчання.

Розробники:

Віра КРАВЧЕНКО, зав. кафедрою біологічної хімії та ветеринарної медицини, доктор біологічних наук, професор;
Оксана ТКАЧЕНКО, доцент закладу вищої освіти кафедри біологічної хімії та ветеринарної медицини, кандидат фармацевтичних наук, доцент.

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри *біологічної хімії та ветеринарної медицини*

Протокол від «31» серпня 2023 року № 1

Зав. кафедри



проф. **Віра КРАВЧЕНКО**

Робоча програма схвалена на засіданні профільної методичної комісії з біомедичних освітніх компонент

Протокол від «01» вересня 2023 року № 1

Голова профільної комісії



проф. **Надія КОНОНЕНКО**

1. Опис освітньої компоненти

Мова навчання: українська

Статус освітньої компоненти: обов'язкова

Передумови вивчення освітньої компоненти: Біологічна хімія як освітня компонента базується на вивченні здобувачами вищої освіти неорганічної, аналітичної, фізикоїдної та органічної хімії, ботаніки, фізіології та мікробіології й інтегрується з цими освітніми компонентами та закладає основи вивчення здобувачами вищої освіти фармакології, клінічної фармації, фармакотерапії, лікарської та аналітичної токсикології та біофармації, що передбачає інтеграцію викладання з цими освітніми компонентами та формування умінь застосовувати знання з біологічної хімії в процесі подальшого навчання й у професійній діяльності.

Предметом вивчення освітньої компоненти «Біологічна хімія» є хімічні і фізико-хімічні процеси, результатом яких є розвиток і функціонування живих систем усіх рівнів організації.

Інформаційний обсяг освітньої компоненти. На вивчення освітньої компоненти відводиться **240 годин 8,0 кредитів ECTS.**

2. Мета та завдання освітньої компоненти

Метою викладання освітньої компоненти «Біологічна хімія» є підготовка спеціалістів, які володіють значним обсягом теоретичних та практичних знань відносно хімічних основ життя: хімічного складу органічних сполук і природи метаболічних процесів, що відбуваються в організмі людини.

Основними **завданнями** освітньої компоненти «Біологічна хімія» є формування знань про будову сполук, що входять до складу живих організмів та взаємозв'язок з їх біохімічними функціями; формування сучасного уявлення про принципи структурної організації основних класів біомакромолекул – білків, нуклеїнових кислот та ін.; формування знань закономірностей вивільнення, акумуляції та споживання енергії в біологічних системах; формування знань про основні метаболічні шляхи в організмі, їх взаємозв'язок і молекулярні механізми регуляції; формування знань молекулярних основ передачі генетичної інформації, біосинтезу білка та механізмів їх регуляції; ознайомлення з сучасними методами біохімічної діагностики стану метаболізму організму; формування навичок наукового аналізу та узагальнення явищ та фактів, що спостерігаються; забезпечення теоретичної бази для вивчення інших медико-біологічних освітніх компонент: фармакології, фармакотерапії з фармакокінетикою, клінічної фармакології та окремих фармацевтичних навчальних компонентів.

3. Компетентності та заплановані результати навчання

Освітня компонента «Біологічна хімія» забезпечує набуття здобувачами освіти **компетентностей:**

ФК 4. Здатність забезпечувати раціональне застосування рецептурних та безрецептурних лікарських засобів згідно з фізико-хімічними, фармакологічними характеристиками, біохімічними, патофізіологічними особливостями конкретного захворювання та фармакотерапевтичними схемами його лікування

Інтегративні кінцеві програмні результати навчання (ПРН), формуванню яких сприяє освітня компонента:

ПРН 14. Визначати переваги та недоліки лікарських засобів різних фармакологічних груп з урахуванням їхніх хімічних, фізико-хімічних, біофармацевтичних, фармакокінетичних та фармакодинамічних особливостей. Рекомендувати споживачам безрецептурні лікарські засоби та інші товари аптечного асортименту з наданням консультативної допомоги та фармацевтичної опіки.

ПРН 16. Визначати вплив факторів, що впливають на процеси всмоктування, розподілу, депонування, метаболізму та виведення лікарського засобу і обумовлені станом, особливостями організму людини та фізико-хімічними властивостями лікарських засобів.

ПРН 18. Обирати біологічні об'єкти аналізу, здійснювати визначення ксенобіотиків та їх метаболітів у біологічних середовищах та давати оцінку отриманим результатам з урахуванням їх розподілу в організмі.

У результаті вивчення освітньої компоненти здобувач освіти повинен *знати*:

- склад, структурну організацію, фізико-хімічні властивості, методи виділення та очистки білків;
- класифікацію та характеристику простих і складних білків, значення найбільш важливих представників;
- класифікацію, структуру, фізико-хімічні властивості та функції вуглеводів та ліпідів, значення найбільш важливих представників;
- значення вітамінів для організму людини, їх класифікацію та номенклатуру, їх хімічну будову, ознаки гіпо- та авітамінозу;
- фармпрепарати вітамінів та їх похідних;
- хімічну природу ферментів та їх властивості як біокаталізаторів, а також класифікацію та номенклатуру ферментів, специфічність їх дії;
- механізми впливу лікарських засобів на ферментативні процеси в організмі;
- значення ендокринної системи для організму людини, а також класифікацію, хімічну природу і властивості гормонів;
- фармпрепарати природних гормонів та їх синтетичних аналогів;
- біохімічні основи біосигналінгу та рецепції. Механізми передачі сигналу в середину клітини;
- види біологічного окиснення, структурну організацію мітохондрій;
- основні процеси метаболізму вуглеводів та фактори, що на них впливають;
- роль та механізми дії негормональних цукрознижувальних препаратів та препаратів інсуліну;
- основні процеси метаболізму ліпідів та фактори, що на них впливають;
- механізми дії головних гіполіпідемічних препаратів;
- основні процеси обміну амінокислот, фактори, що на них впливають;
- розповсюджені патології, що пов'язані з порушеннями метаболізму амінокислот та шляхи їх корекції;
- основні шляхи розпаду та синтезу гему хромопротеїнів, а також азотистих основ (нуклеозидів, нуклеотидів) нуклеїнових кислот;
- основні процеси метаболізму лікарських сполук в організмі людини.

вміти:

- пояснювати значення біохімії для в фармації;
- аналізувати склад, структурну організацію, фізико-хімічні властивості, методи виділення та очистки білків;
- трактувати чисельні функції та біологічні властивості білків та пептидів;
- пояснювати класифікацію та характеристику білків, значення окремих представників;
- аналізувати склад і будову вуглеводів та ліпідів, їх класифікацію. Пояснювати біологічне значення вуглеводів та ліпідів, їх розповсюдження;
- пояснювати хімічну будову, класифікацію, біологічні функції вуглеводів та ліпідів;
- аналізувати гіпотези механізму дії ферментів, стадії ферментативного каталізу, види гальмування роботи ферментів;
- аналізувати вплив лікарських сполук на активність ферментів з огляду на їх структуру;
- аналізувати енергетичні ресурси організму людини, фази вивільнення енергії із поживних речовин;
- трактувати основні положення хеміосмотичної гіпотези механізму окиснювального фосфорилування, вплив різних (в т.ч. лікарських) факторів на окиснення речовин та утворення АТФ;

- аналізувати гормональну регуляцію вуглеводного обміну, порушення її при цукровому діабеті;
 - пояснювати роль негормональних цукрознижувальних препаратів та препаратів інсуліну;
 - аналізувати основні механізми дії гіполіпідемічних препаратів;
 - аналізувати шляхи використання вільних амінокислот в організмі людини (процеси трансамінування, дезамінування, декарбоксілювання амінокислот; етапи біосинтезу сечовини);
 - трактувати перебіг процесів розпаду та синтезу гему хромопротеїнів, а також азотистих основ (нуклеозидів, нуклеотидів) нуклеїнових кислот;
 - аналізувати характер порушень при жовтяницях, порфіріях і подагрі в організмі людини;
 - аналізувати шляхи помноження та передачі спадкової інформації;
 - пояснювати властивості генетичного коду;
 - пояснювати ознаки гіпо- та авітамінозів та механізми їхньої корекції;
 - трактувати механізми модифікуючої дії гормонів на метаболічні процеси в клітинах-мішенях;
 - аналізувати використання природніх гормонів та їх синтетичних аналогів як фармпрепаратів з метою лікування порушень функцій ендокринних залоз.
- володіти:*
- технологіями проведення біохімічного аналізу та оцінки його результатів.
 - методами кількісного визначення білків, глюкози, холестеролу, білірубіну та сечовини в сироватці крові;
 - методами якісного аналізу біомолекул – амінокислот, вуглеводів, ліпідів та вітамінів;
 - технологіями аналізу складу складних біомолекул;
 - методами визначення активності ферментів;
 - технологіями трактовки результатів, одержаних на основі методів біологічної хімії.

4. Структура освітньої компоненти

Назви змістових модулів і тем	Обсяг у годинах							
	Денна форма				Заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	п.з.	с.р.		л	п.з.	с.р.
Модуль 1. Загальні засади організації обміну речовин в клітині								
Змістовий модуль 1. Структура та функції біомолекул.								
Тема 1. Вступ до біохімії. Амінокислотний склад білків та пептидів.	11	2	4	5	10	1	1	8
Тема 2. Структурна організація, функції та фізико-хімічні властивості білків.	11	2	4	5	10	-	2	8
Тема 3. Структура і функції вуглеводів та ліпідів. Комплекси білків з вуглеводами та ліпідами.	18	2	8	8	21,5	0,5	1	20
Тема 4. Структура і функції хромопротеїнів, фосфо-	20	2	4	14	16,5	0,5	1	15

протеїнів, металопротеїнів та нуклеопротеїнових кислот. Контроль ЗМ 1.								
Разом за змістовим модулем 1	60	8	20	32	58	2	5	51
Змістовий модуль 2. Вступ до обміну речовин								
Тема 5. Вітаміни. Номенклатура, класифікація вітамінів, структура та молекулярні основи дії окремих вітамінів. Вітамінна недостатність.	15	2	4	9	12,5	0,5	2	10
Тема 6. Ферменти. Структурно-функціональна організація та механізми дії ферментів. Специфічність дії та регуляція активності ферментів.	15	2	4	9	15,5	0,5	2	13
Тема 7. Вступ до обміну речовин та енергії. Шляхи утворення АТФ. Регуляція енергетичних процесів в клітині. Мікросомальне окиснення. Вільнорадикальне окиснення. Антиоксиданти.	15	2	4	9	22	1	1	20
Тема 8. Основи фармацевтичної біохімії. Біохімічна трансформація лікарських речовин в організмі. Контроль ЗМ 2.	13	2	2	9	11	–	1	10
Семестровий залік	2	–	2	–	1	–	1	–
Разом за змістовим модулем 2	60	8	16	36	62	2	7	53
Усього годин за модуль 1	120	16	36	68	120	4	12	104
Модуль 2. Метаболізм та його регуляція								
Змістовий модуль 3. Біохімічні основи сигналіngu.								
Тема 9. Біохімічні основи рецепції. Механізми передачі сигналу всередину клітини.	14	2	4	8	12,5	0,5	2	10
Тема 10. Загальна характеристика і класифікація гормонів та нейромедіаторів. Механізми дії гормонів. Порушення функцій ендокринних залоз та їхня фармакокорекція. Контроль ЗМ 3.	11	2	4	5	11	1	2	8
Разом за змістовим модулем 3	25	4	8	13	23,5	1,5	4	18
Змістовий модуль 4. Окремі процеси обміну речовин								
Тема 11. Обмін вуглеводів, його регуляція та патологія.	18	2	8	8	16,5	0,5	2	14
Тема 12. Обмін ліпідів, його регуляція та патологія.	11	2	4	5	12,5	0,5	2	10
Тема 13. Основні катаболічні перетворення білкових молекул. Катаболічні перетворення амінокислот.	19,5	2	8	9,5	17,5	0,5	1	16
Тема 14. Метаболізм гем- та нуклеопротеїнів.	10	2	4	4	12	0,5	1	10,5

Тема 15. Перенесення генетичної інформації. Біосинтез білка в клітинах. Механізми регуляції біосинтезу білка. Антибіотики. Контроль ЗМ 4.	12	4	4	4	14,5	0,5	1	13
Семестровий залік	2	–	2	–	1	–	1	–
Разом за змістовим модулем 4	72,5	12	30	30,5	74	2,5	8	63,5
Семестровий екзамен	22,5	–	–	22,5	22,5	–	–	22,5
Усього годин за модуль 2	120	16	38	66	120	4	12	104
Усього годин	240	32	74	134	240	8	24	208

5. Зміст програми освітньої компоненти

Модуль 1. Загальні засади організації обміну речовин в клітині.

Змістовий модуль 1. Структура та функції біомолекул.

Тема 1. Вступ до біохімії. Амінокислотний склад білків і пептидів.

Загальна характеристика білків. Функції білків. Хімічна будова пептидів та білків. Будова, номенклатура та класифікація протеїногенних амінокислот. Утворення пептидів та білків, особливості пептидного зв'язку. Біологічна роль окремих природних пептидів.

Тема 2. Структурна організація, функції та фізико-хімічні властивості білків.

Будова і рівні організації білків. Первинна, вторинна, третинна та четвертинна структури білкової молекули. Неструктуровані та доменні білки. Конформаційна рухливість білків. Класифікація і біологічна роль простих білків.

Виділення та очищення білків. Молекулярна маса, амфотерні властивості білків, ізоелектрична точка (ІЕТ). Розчинність білків, висолювання та колоїдні властивості білків. Осмотичні властивості білків. Діаліз та його використання в практичній медицині.

Тема 3. Структура і функції вуглеводів та ліпідів. Комплекси білків з вуглеводами та ліпідами.

Хімічна будова, класифікація вуглеводів. Біологічна роль простих і складних вуглеводів, їх розповсюдження в природі та вміст в органах і тканинах людини. Структура, функції та біологічна роль глікопротеїнів, протеогліканів. Загальна біологічна характеристика ліпідів. Хімічна будова, класифікація і біологічна роль простих і складних ліпідів. Структура, функції та біологічна роль ліпопротеїнів.

Тема 4. Структура і функції хромопротеїнів, фосфопротеїнів, металопротеїнів та нуклеопротеїнових кислот.

Класифікація і характеристика складних білків. Структура і біологічна роль хромопротеїнів – гемпротеїнів: гемоглобін, його структура, функції та механізми переносу, фосфо- та металопротеїнів.

Характеристика і біологічна роль нуклеопротеїнів. Хімічна будова, класифікація, розповсюдження, біологічна роль нуклеїнових кислот. Контроль ЗМ 1.

Змістовий модуль 2. Вступ до обміну речовин.

Тема 5. Вітаміни. Номенклатура та класифікація вітамінів. Структура та молекулярні основи дії окремих вітамінів. Вітамінна недостатність.

Загальна характеристика вітамінів. Класифікація та номенклатура вітамінів. Екзогенні та ендогенні причини вітамінної недостатності. Жиророзчинні вітаміни: будова, біологічна роль, ознаки гіпо-, авітамінозів та гіпервітамінозів. Будова, біологічна роль, ознаки недостатності водорозчинних вітамінів та деяких вітаміноподібних сполук. Взаємодія вітамінів. Використання вітамінних препаратів у профілактиці та лікуванні захворювань.

Тема 6. Ферменти. Структурно-функціональна організація та механізми дії ферментів. Специфічність дії та регуляція активності ферментів.

Номенклатура ферментів. Структурно-функціональна організація ферментів. Механізм їх дії ферментів. Кінетика ферментативних реакцій. Специфічність дії ферментів. Регуляція активності ферментів. Множинні молекулярні форми ферментів. Ізоферменти.

Поліферментні системи. Імобілізовані ферменти. Значення ферментів для медицини.

Тема 7. Вступ до обміну речовин та енергії. Шляхи утворення АТФ. Регуляція енергетичних процесів в клітині. Мікросомальне окиснення. Вільнорадикальне окиснення. Антиоксиданти.

Вступ до обміну речовин та енергії. Основні шляхи регуляції метаболізму. Макроергічні сполуки. Фази вивільнення енергії з поживних речовин. Хімічні перетворення у циклі трикарбонових кислот. Будова коферментів дегідрогеназ. Реакції біологічного окиснення. Тканинне дихання. Структура і функції дихального ланцюга. Окисне фосфорилування. Речовини, які впливають на енергетичний обмін у клітинах. Інші види біологічного окиснення. Антиоксидантний захист.

Тема 8. Основи фармацевтичної біохімії. Біохімічна трансформація лікарських речовин в організмі.

Біогенні і чужорідні сполуки як лікарські препарати. Ферменти лікарського метаболізму. Розподіл і виведення лікарських речовин. Біохімічна трансформація лікарських речовин в організми людини. Фактори, які впливають на метаболізм лікарських засобів. Контроль ЗМ 2.

Семестровий контроль модуля- семестровий залік

Модуль 2. Метаболізм та його регуляція

Змістовий модуль 3. Біохімічні основи сигналіngu.

Тема 9. Біохімічні основи рецепції. Механізми передачі сигналу всередину клітини.

Засоби передачі сигналів від клітини до клітини. Типи клітинних рецепторів. Властивості рецепторів. Система мембрано-рецепторної взаємодії. Вторинні посередники. Сигнальний шлях, опосередкований тирозинкіназними рецепторами.

Тема 10. Загальна характеристика і класифікація гормонів та нейромедіаторів. Механізми дії гормонів. Порушення функцій ендокринних залоз та їхня фармакокорекція.

Номенклатура та класифікація гормонів. Механізми дії гормонів. Гормони центральних та периферичних ендокринних залоз. Зв'язок ЦНС і ендокринної системи. Гормони щитовидної, паращитовидних та підшлункової залоз. Порушення функцій окремих ендокринних залоз та їхні ознаки. Фармацевтичні засоби в корекції функцій ендокринних залоз. Характеристика окремих медіаторів: ацетилхоліну, біогенних амінів, амінокислот та їх похідних та пептидів. Рецептори нейромедіаторів. Контроль ЗМ 3.

Змістовий модуль 4. Окремі процеси обміну речовин.

Тема 11. Обмін вуглеводів, його регуляція та патологія.

Шляхи використання глюкози в організмі людини. Перетравлювання вуглеводів їжі та всмоктування продуктів гідролізу. Анаеробний шлях обміну вуглеводів: гліколіз, глікогеноліз, спиртове бродіння. Пентозофосфатний цикл. Біосинтез вуглеводів в тканинах. Регуляція і патологія вуглеводного обміну.

Тема 12. Обмін ліпідів, його регуляція та патологія.

Перетравлювання ліпідів у ШКТ. Всмоктування продуктів гідролізу ліпідів та їх транспорт. Внутрішньоклітинний гідроліз ліпідів. Хімізм синтезу та катаболізму кетонів, кетонемія, кетонурія. Біосинтез ліпідів у тканинах. Регуляція і патологія ліпідного обміну.

Тема 13. Основні катаболічні перетворення білкових молекул. Катаболічні перетворення амінокислот.

Перетравлювання білків у шлунку та тонкому кишечнику. Всмоктування амінокислот. Шляхи метаболізму амінокислот. Гниття білків у кишечнику. Шляхи формування фонду вільних амінокислот в клітині та подальші напрямки використання амінокислот. Внутрішньоклітинне перетворення амінокислот. Обмін аміаку, шляхи знешкодження амінокислот. Спеціалізовані шляхи обміну амінокислот. Білки та амінокислоти як фармпрепарати.

Тема 14. Метаболізм гем- та нуклеопротейнів.

Перетравлення гемпротейнів та нуклеопротейнів в ШКТ, всмоктування продуктів гідролізу. Обмін гемпротейнів. Біосинтез гему. Розпад гемоглобіну, утворення жовчних

пигментів та їх доля у ШКТ. Порушення обміну гему. Порушення виведення білірубину. Обмін нуклеопротейнів. Синтез сечової кислоти. Біосинтез піримідинів та пуринів, утворення мононуклеотидів та нуклеозидів. Порушення катаболізму пуринів та піримідинів. Подагра. Синдром Леша-Ніхана. Лікарські препарати – інгібітори біосинтезу пуринових нуклеотидів.

Тема 15. Перенесення генетичної інформації. Біосинтез білка в клітинах. Механізми регуляції біосинтезу білка. Антибіотики.

Види перенесення генетичної інформації. Реплікація та репарація ДНК. Молекулярні основи транскрипції. Генетичний код. Структура та хімічний склад рибосом. Етапи біосинтезу білка. Інгібітори біосинтезу білків. Механізм дії антибіотиків. Препарати, що посилюють біосинтез білка. Регуляція біосинтезу білків. Мутації. Молекулярна патологія. Принципи лікування і профілактики молекулярних захворювань. Контроль ЗМ 4.

Семестровий контроль модуля – семестровий залік / семестровий екзамен

6. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вступ до біохімії. Амінокислотний склад білків та пептидів.	2	1
2	Структурна організація, функції та фізико-хімічні властивості білків.	2	–
3	Структура і функції вуглеводів та ліпідів. Комплекси білків з вуглеводами та ліпідами.	2	0,5
4	Структура і функції хромопротейнів, фосфопротейнів, металопротейнів та нуклеопротейнових кислот.	2	0,5
5	Вітаміни. Номенклатура, класифікація вітамінів, структура та молекулярні основи дії окремих вітамінів. Вітамінна недостатність.	2	0,5
6	Ферменти. Структурно-функціональна організація та механізми дії ферментів. Специфічність дії та регуляція активності ферментів.	2	0,5
7	Вступ до обміну речовин та енергії. Шляхи утворення АТФ. Регуляція енергетичних процесів в клітині. Мікросомальне окиснення. Вільнорадикальне окиснення. Антиоксиданти.	2	1
8	Основи фармацевтичної біохімії. Біохімічна трансформація лікарських речовин в організмі.	2	–
9	Біохімічні основи рецепції. Механізми передачі сигналу всередину клітини.	2	0,5
10	Загальна характеристика і класифікація гормонів та нейромедіаторів. Механізми дії гормонів. Порушення функцій ендокринних залоз та їхня фармакокорекція.	2	1
11	Обмін вуглеводів, його регуляція та патологія.	2	0,5
12	Обмін ліпідів, його регуляція та патологія.	2	0,5
13	Основні катаболічні перетворення білкових молекул. Катаболічні перетворення амінокислот.	2	0,5
14	Метаболізм гем- та нуклеопротейнів.	2	0,5
15	Перенесення генетичної інформації. Біосинтез білка в клітинах. Механізми регуляції біосинтезу білка. Антибіотики.	4	0,5
Усього годин		32	8

7. Теми семінарських занять

Не передбачено робочим навчальним планом

8. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	Тема 1. Вступ до біохімії. Амінокислотний склад білків та пептидів.	4	1
2	Тема 2. Структурна організація, функції та фізико-хімічні властивості білків.	4	2
3	Тема 3. Структура і функції вуглеводів та ліпідів. Комплекси білків з вуглеводами та ліпідами.	8	1
4	Тема 4. Структура і функції хромопротеїнів, фосфопротеїнів, металопротеїнів та нуклеопротеїнових кислот. Контроль ЗМ 1.	4	1
5	Тема 5. Вітаміни. Номенклатура, класифікація вітамінів, структура та молекулярні основи дії окремих вітамінів. Вітамінна недостатність.	4	2
6	Тема 6. Ферменти. Структурно-функціональна організація та механізми дії ферментів. Специфічність дії та регуляція активності ферментів.	4	2
7	Тема 7. Вступ до обміну речовин та енергії. Шляхи утворення АТФ. Регуляція енергетичних процесів в клітині. Мікросомальне окиснення. Вільнорадикальне окиснення. Антиоксиданти.	4	1
8	Основи фармацевтичної біохімії. Біохімічна трансформація лікарських речовин в організмі. Контроль ЗМ 2.	2	1
9	Семестровий залік	2	1
10	Тема 9. Біохімічні основи рецепції. Механізми передачі сигналу всередину клітини. Контроль ЗМ 3.	4	2
11	Тема 10. Загальна характеристика і класифікація гормонів та нейромедіаторів. Механізми дії гормонів. Порушення функцій ендокринних залоз та їхня фармакокорекція.	4	2
12	Тема 11. Обмін вуглеводів, його регуляція та патологія.	8	2
13	Тема 12. Обмін ліпідів, його регуляція та патологія.	4	2
14	Тема 13. Основні катаболічні перетворення білкових молекул. Катаболічні перетворення амінокислот.	8	1
15	Тема 14. Метаболізм гем- та нуклеопротеїнів.	4	1
16	Тема 15. Перенесення генетичної інформації. Біосинтез білка в клітинах. Механізми регуляції біосинтезу білка. Антибіотики. Контроль ЗМ 4.	4	1
17	Семестровий залік	2	1
Усього годин		74	24

9. Теми лабораторних занять

Не передбачено робочим навчальним планом

10. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Обсяг у годинах	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вступ до біохімії. Амінокислотний склад білків та пептидів.	5	8
2	Структурна організація, функції та фізико-хімічні властивості білків.	5	8
3	Структура і функції вуглеводів та ліпідів. Комплекси білків з вуглеводами та ліпідами.	8	20

4	Структура і функції хромопротеїнів, фосфопротеїнів, металопротеїнів та нуклеопротеїнових кислот.	14	15
5	Вітаміни. Номенклатура, класифікація вітамінів, структура та молекулярні основи дії окремих вітамінів. Вітамінна недостатність.	9	10
6	Ферменти. Структурно-функціональна організація та механізми дії ферментів. Специфічність дії та регуляція активності ферментів.	9	13
7	Вступ до обміну речовин та енергії. Шляхи утворення АТФ. Регуляція енергетичних процесів в клітині. Мікросомальне окиснення. Вільнорадикальне окиснення. Антиоксиданти.	9	20
8	Основи фармацевтичної біохімії. Біохімічна трансформація лікарських речовин в організмі.	9	10
9	Біохімічні основи рецепції. Механізми передачі сигналу всередину клітини.	8	10
10	Загальна характеристика і класифікація гормонів та нейромедіаторів. Механізми дії гормонів. Порушення функцій ендокринних залоз та їхня фармакокорекція.	5	8
11	Обмін вуглеводів, його регуляція та патологія.	8	14
12	Обмін ліпідів, його регуляція та патологія.	5	10
13	Основні катаболічні перетворення білкових молекул. Катаболічні перетворення амінокислот.	9,5	16
14	Метаболізм гем- та нуклеопротеїнів.	4	10,5
15	Перенесення генетичної інформації. Біосинтез білка в клітинах. Механізми регуляції біосинтезу білка. Антибіотики.	4	13
16	Семестровий екзамен	22,5	22,5
Усього годин		134	208

Завдання для самостійної роботи

Самостійно з використанням рекомендованих інформаційних джерел надати відповіді та роз'яснення на наступні питання за темами Змістових модулів. Відповідний контроль організується в індивідуальному порядку викладачем.

Структура і функції біомолекул.

1. Назвати якісну реакцію на аміногрупу протеїногенних амінокислот. Вказати якісну реакцію на ароматичне кільце циклічних амінокислот. Вказати якісну реакцію на сірковмісні амінокислоти та реактив, з яким проводиться ця реакція.
2. Природні пептиди: основні групи, представники. Карнозин, ансерин, глутатіон, опіодні пептиди; їх органна локалізація, хімічна характеристика, функції. Назвати амінокислотний склад глутатіону та карнозину. Який пептид, що утворюється в ЦНС, імітує ефект морфіну і використовується з метою анальгезії?
3. Назвати препарат, що використовується для парентерального білкового харчування. Вказати, що входить до його складу. Навести приклади вказаних амінокислот з написанням їх структурних формул.
4. Електрофоретичний розподіл білків плазми крові. В якій фракції рухається інтерферон?
5. Назвати препарат з денатуруючою властивістю, який використовується як в'язучий засіб при захворюваннях кишечника.
6. Яке похідне гемоглобіну утворюється при отруєнні чадним газом? Чим визначається його висока токсичність? Яке похідне гемоглобіну не здатне приєднувати кисень? Як воно утворюється? Які властивості виявляє? Яка сполука добре зв'язує ціаніди та використовується при отруєнні ціанідами? Вміст якого похідного гемоглобіну підвищується в крові при гіперкапнії?
7. Яка зміна в структурі гемоглобіну призводить до появи гемоглобіну S? Як змінюються його фізико-хімічні і функціональні властивості? Яке захворювання він викликає? Гемпротеїни, що окислюються: характеристика, основні представники та

- біологічні функції. Роль каталази.
8. Який глікозаміноглікан є основним компонентом хряща та використовується у терапії захворювання суглобів?
 9. Як впливає гепарин на антитромбін III? В яких тканинах він переважно локалізується? Застосування гепарину в медичній практиці.
 10. До складу якого фармпрепарату входить гіалуронідаза? Застосування гіалуронової кислоти в медичній практиці.
 11. Яка з фракцій ліпопротеїнів синтезується в печінці та транспортує ендogenousні ліпіди? Яка з фракцій транспортує холестерин від периферичних тканин до печінки?
 12. Підвищений рівень в крові яких ліпопротеїнів надає білісуватий відтінок крові, а після її відстоювання утворює на поверхні білий шар? Відповідь поясніть.
 13. Який транспортний білок є переносником заліза в крові? При порушенні синтезу якого білка спостерігається виділення іонізованої міді з сечею, відкладання її в органах і тканинах?
 14. Назвати та написати формули антиметаболітів пуринових і піримідинових азотистих основ. Вказати їх практичне застосування в медицині. Описати механізм дії. Вказати механізм дії 5-фторурацила; дію якого ферменту блокує даний антиметаболіт? З утворенням якої сполуки пов'язаний протипухлинний ефект 5-фторурацила?
 15. Склад хроматину. Характеристика білків, що входять до складу хроматину. Наявність яких амінокислот забезпечує електрoхімічні властивості цих білків?
 16. До якого класу відноситься фермент, що каталізує перенос залишку фосфатної кислоти від одного субстрату до іншого?
 17. До якого класу відносяться ферменти, що відщеплюють атоми водню від різних субстратів?
 18. До якого класу відноситься сукцинатдегідрогеназа?
 19. Ферменти якого класу розщеплюють складноєфірні зв'язки в молекулах триацилгліцеролів?
 20. До якого класу відносяться ферменти, які здійснюють ентеральні перетворення речовин?
 21. Які амінокислотні залишки найчастіше входять до складу активних центрів ферментів?
 22. Теорії, що пояснюють механізм взаємодії ферменту з субстратом.
 23. Поясніть, на чому ґрунтується застосування етанолу як засобу лікування отруєння метиловим спиртом.
 24. Які ферменти підшлункової залози секретуються в неактивній формі та активуються шляхом обмеженого протеолізу? Вказати фармпрепарати, що застосовуються при гострому панкреатиті.
 25. Який метаболіт є конкурентним інгібітором сукцинатдегідрогенази? Поясніть, на чому ґрунтується це інгібування.
 26. Назвати лікарські препарати, що є конкурентними інгібіторами ацетилхолінестерази; пояснити механізм їх інгібуючої дії, вказати, з якою метою вони використовуються в медичній практиці.
 27. Недостатність якого ферменту спостерігається при зупинці дихання, яка спричинена введенням препарату, що викликає розслаблення м'язів?
 28. Механізм дії сульфаніламідних препаратів.
 29. Як діють меркурій, плюмбум, арсен на активність ферментів?
 30. Назвати сполуки, які є неконкурентними інгібіторами ацетилхолінестерази. Їх застосування в медичній практиці та сільському господарстві.
 31. На який фермент діє пірофосфат? Механізм його дії.
 32. Який фермент необхідно реактивувати при отруєнні фосфорорганічними сполуками?
 33. Активність яких ферментів та ізоферментів у крові спостерігається при патологіях печінки?
 34. Визначення активності якого ферменту є маркерним показником ранньої діагностики м'язових дистрофій?
 35. Зміна активності якого ферменту в крові є маркером при панкреатитах?

36. Який іммобілізований фермент використовується для лікування гнійних ран? Чим це обумовлено?
37. Яка форма ферментів широко використовується в фармацевтичній промисловості при синтезі нових антибіотиків?
38. Назвати ліганд, який використовується для отримання амілази з підшлункової залози шляхом афінної хроматографії?
39. Назвати фармпрепарат, що використовується для лікування лейкозів, вказати механізм його дії.
40. На основі якого ферменту створений препарат «Стрептодеказа»? Його застосування в медицині.
41. Назвати фермент, що виявляє фібринолітичну активність.

Метаболізм вуглеводів, ліпідів, амінокислот та його регуляція.

1. Порушення якого процесу відбувається при гіпоксії? В чому це виявляється?
2. Речовини, що впливають на процеси тканинного дихання. Інгібітори дегідрогеназ: приклади та механізм дії.
3. З якою метою в клінічній практиці використовується фармпрепарат ізоніазід? На які ферменти він впливає?
4. Назвати препарат, який використовується в клінічній практиці при отруєнні ціанідами.
5. З якою метою в клінічній практиці використовується олігоміцин? На який процес він впливає?
6. На яку ділянку дихального ланцюга впливають снодійні класу барбітуратів? Який фермент вони інгібують? Назвати метаболічні порушення, що виникають при отруєнні барбітуратами, їх причини.
7. Як впливає на процес тканинного дихання антимицин А? На яку ланку дихального ланцюга він діє?
8. Назвати речовини, які інгібують фермент цитохромоксидазу?
9. Високі дози якого гормону викликають гіпертермію? Чим вона зумовлена?
10. Яке значення для перетравлення людини має надходження целюлози з їжею? Чи може вона підлягати повному гідролізу в ШКТ людини?
11. Вкажіть, дефект якого ферменту призводить до порушення розщеплювання лактози і який фермент використовують для дієтотерапії при непереносимості молока у дітей.
12. Визначення активності якого з панкреатичних ферментів використовується для постановки діагнозу «панкреатит»?
13. Який нормальний рівень глюкози в сироватці крові? Дайте визначення поняттям гіпоглікемія і гіперглікемія. Для лікування яких захворювань застосовується штучно викликана гіпоглікемічна кома? Який орган найбільш чутливий до гіпоглікемії? З якою метою проводиться визначення толерантності до глюкози крові? Яка динаміка зміни рівня глюкози в крові здорової людини?
14. З порушенням синтезу якого ферменту пов'язане захворювання галактоземія? Який процес при цьому блокується і які наслідки це має для організму немовляти? Опишіть клінічні ознаки цього захворювання.
15. Яку реакцію каталізує алостеричний фермент гексокіназа? Яка речовина є інгібітором його активності? Який ще фермент печінки каталізує таку ж реакцію й при яких концентраціях глюкози індукується його активність?
16. Які препарати призначають для пригнічення глюконеогенезу при цукровому діабеті? Які гормони стимулюють процес глюконеогенезу?
17. Які компоненти мембран синтезуються за участі поліненасичених жирних кислот? При якій патології рекомендують вживати жири, що містять дані жирні кислоти?
18. Які жирні кислоти є незамінними для людини? Який фармпрепарат містить незамінні жирні кислоти?
19. Які речовини запобігають жировому переродженню печінки? Наведіть приклади з написанням їх хімічних формул. В чому полягає механізм їх ліпотропної дії? Які продукти та препарати містять ліпотропні сполуки? Вкажіть сполуку, яка входить до

- складу домашнього сиру та бере участь у відновленні мембран еритроцитів. Механізм дії. В синтезі яких компонентів мембран бере участь? При яких патологіях рекомендують вживати даний продукт?
20. Дефіцит яких речовин може бути причиною порушення всмоктування жирів? З якою метою при секреторній недостатності підшлункової залози з ферментними препаратами рекомендують приймати препарати жовчних кислот? Написати структурну формулу однієї з жовчних кислот? Назвати функції жовчних кислот.
 21. Яка сполука є попередником для синтезу і триацилгліцеролів, і фосфогліцеридів? Наявність яких сполук перешкоджає синтезу триацилгліцеролів? Наведіть приклади.
 22. Яка поверхнево активна сполука використовується в якості емульгатора при виготовленні харчових продуктів? Написати його хімічну формулу. Поясніть, чим визначаються його емульгуючі властивості. До якого класу сполук він відноситься?
 23. Особливості перетравлення ліпідів у малюків.
 24. Вкажіть окремо, які хімічні зв'язки розщеплює фосфоліпаза А2. Які продукти утворюються в ході цієї реакції? Назвіть речовину, яка міститься в отруті змій та при надходженні в організм людини викликає гемоліз еритроцитів. Чи може бути присутньою фосфоліпаза А2 в отруті змій? Яку роль в синтезі простагландинів відіграє тканинна фосфоліпаза А2?
 25. Як називаються комплекси з жовчними кислотами, які утворюють жирні кислоти, що мають більше 14 атомів карбону? Опишіть печінково-кишкову циркуляцію жовчних кислот.
 26. Кількість яких продуктів гідролізу жирів зростає у крові при підвищеній секреції адреналіну (наприклад, при феохромоцитомі)?
 27. Вкажіть, яка сполука є загальною для процесу гліколізу та подальшого перетворення гліцерину, а також є попередником синтезу ліпідів.
 28. Які патології можуть призвести до розвитку кетозу та кетоацидозу?
 29. Які сполуки відносяться до ліпотропних факторів? Чому при їх недостатньому надходженні в організм розвивається жирове переродження печінки? Які з ліпотропних факторів застосовуються як лікарські препарати, що стимулюють регенерацію печінки?
 30. Види азотистого балансу. Принцип методу визначення азотистого балансу. Кратко вкажіть причини, які призводять до змін азотистого балансу організму.
 31. Вкажіть гормон, що активує секрецію соляної кислоти у шлунку.
 32. Опишіть механізм дії ранітидину. Особливості перетравлення білків у новонароджених дітей.
 33. Напишіть реакцію синтезу індоксилсірчаної кислоти. Діагностичне значення визначення індикану в сечі. З якої амінокислоти та при кон'югації з якою сполукою в організмі людини утворюється бензойна кислота? З якою діагностичною метою проводиться визначення гіпурової кислоти в сечі?
 34. Назвіть препарати ГАМК. При яких патологічних станах вони застосовуються?
 35. Які препарати застосовують для корекції депресивних станів та який їх механізм дії?
 36. Діагностичне значення визначення АЛАТ та АсАТ.

Основи молекулярної біології

1. Ферменти здійснюють гідроліз нуклеїнових кислот, мононуклеотидів та нуклеозидів та на які зв'язки вони діють?
2. Які характерні ознаки притаманні урокопропорфірії (хворобі Гюнтера) та гострій порфірії, що переважає?
3. Перетворення жовчних пігментів у ШКТ. Які порушення в цьому процесі можуть викликати дисбактеріоз, в тому числі, спровокований довготривалим надходженням антибіотиків?
4. Яка сполука, що є попередником синтезу піримідинових нуклеотидів, застосовується в якості лікарського засобу для лікування м'язових дистрофій? Які препарати застосовуються для лікування порушення синтезу піримідинових основ?
5. Яка сполука, що є проміжним метаболітом синтезу пуринових нуклеотидів,

застосовується в комплексній терапії захворювань серця? До яких наслідків може призвести спадкове порушення синтезу піримідинових основ та які препарати застосовуються для лікування даної патології?

6. Назвіть препарат, який застосовується для лікування подагри, й вкажіть його механізм дії.

Біохімія міжклітинних комунікацій. Функціональна біохімія

1. Ейкозаноїди. Хімічна характеристика, біологічна роль, фармпрепарати.
2. Тканинні гормони. Калікреїн-кінінова система.
3. Біологічні регулятори – похідні амінокислот (APUD-система): гістамін, серотонін, катехолергічні агоністи.
4. Охарактеризувати процеси мікросомального окиснення речовин. Написати схему монооксигеназного ланцюгу мікросом.
5. Назвати основні компоненти, що входять до складу монооксигеназної системи ендоплазматичного ретикулуму. За допомогою якої реакції ця система здійснює знешкодження токсичних речовин?
6. В чому полягає перша фаза знешкодження ксенобіотиків? В якому органі вона перебігає найбільш інтенсивно?
7. Який фермент класу оксидоредуктаз бере участь у процесі мікросомального окиснення?
8. За допомогою якого процесу відбувається включення атома кисню в молекулу субстрату при знешкодженні ксенобіотиків?
9. Вкажіть сполуку, яка стимулює метаболізм лікарських речовин в мікросомах печінки, в чому проявляється цей вплив?
10. Охарактеризувати процеси вільнорадикального окиснення речовин. Прооксиданти та антиоксиданти. Дати визначення, навести приклади. Їх біологічне значення.
11. Вказати роль супероксиддисмутази в антиоксидантному захисті клітин організму.
12. Яку роль відіграє фермент каталаза у процесі вільнорадикального окиснення речовин?
13. Назвати вітаміни, які здатні зупиняти розвиток ланцюгу вільнорадикальних реакцій.
14. За вмістом якої сполуки може бути оцінений стан антиоксидантної системи організму?
15. Яким сполукам належить головна роль в бактеріцидній дії лейкоцитів?
16. Чому гіпербарична оксигенація, що застосовується при гіпоксії, може бути небезпечною для тканин мозку? Який процес може активуватися при застосуванні цього методу?

11. Критерії та порядок оцінювання результатів навчання

Поточний контроль здійснюється протягом семестру під час проведення практичних занять і оцінюється сумою набраних балів. Загальна кількість балів поточного контролю становить 100 балів. Поточний контроль проводиться у формі усного опитування, письмового експрес-контролю, виступів здобувачів вищої освіти під час обговорення питань, у формі комп'ютерного тестування та вирішення ситуаційних завдань. Самостійна робота здобувачів вищої освіти, яка передбачена темою заняття поряд із аудиторною роботою, оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті. Засвоєння тем, які виносяться лише на самостійну роботу, перевіряється під час підсумкового контролю або екзамену. Поточний контроль є обов'язковим, знання здобувачів вищої освіти повинні бути оцінені на кожному занятті (з кожної теми).

Схема нарахування та розподіл балів поточного контролю здобувачів вищої освіти, які навчаються за денною формою навчання.

Модуль 1

Поточне тестування та самостійна робота										Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	КЗМ	T5	T6	T7	T8	КЗМ	100
-	10	10	10	15	10	10	10	10	15	

Модуль 2

Поточне тестування та самостійна робота										Сума
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------

Змістовий модуль 3			Змістовий модуль 4						100
T9	T10	КЗМ	T11	T12	T13	T14	T15	КЗМ	
10	10	15	10	10	10	10	10	15	

Схема нарахування та розподіл балів поточного контролю здобувачів вищої освіти, які навчаються за заочною формою навчання.

Модуль 1

Поточне тестування та самостійна робота		Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	100
50	50	

Модуль 2

Поточне тестування та самостійна робота		Сума
Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4	100
50	50	

Семестровий контроль проводиться у формі семестрового заліку та семестрового екзамену після засвоєння Модуля 2 освітньої компоненти. Здобувач вищої освіти вважається допущеним до семестрового контролю, якщо він відпрацював усі передбачені навчальною програмою з освітньої компоненти аудиторні навчальні заняття, виконав усі види робіт, що передбачені робочою програмою освітньої компоненти, та впродовж семестру набрав не менш ніж 60 балів, таким чином, модуль вважається складеним, якщо здобувач вищої освіти набрав від 60 до 100 балів. Здобувач вищої освіти, який склав модуль отримує семестровий залік. Здобувачі вищої освіти, які отримали два семестрових заліка допускаються до семестрового екзамену. Перелік питань, які виносяться на семестровий екзамен, доводяться до відома здобувачів вищої освіти викладачами кафедри на початку семестру. Семестровий екзамен проводиться у письмовій формі. Білет складається з 4-х теоретичних питань та 1-го практичного (ситуаційна задача, створення графіків, написання хімізму процесів, тощо). За кожне теоретичне питання здобувач вищої освіти може отримати від 0 до 15 балів, загалом до 60 балів. За практичне питання – 40 балів. Семестровий екзамен вважається успішно складеним, якщо здобувач отримав від 60 до 100 балів.

Здобувач вищої освіти може автоматично скласти семестровий екзамен (на розсуд завідувача кафедри), якщо у кожному семестрі він мав від 91 до 100 балів за кожен модуль освітньої компоненти. У цьому випадку виставляється та оцінка як середня за два семестри, в яких вивчалась освітня компонента.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Сума балів за 100-бальною шкалою	Шкала ECTS	Оцінка за чотирибальною шкалою	Оцінка за недиференційованою шкалою
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	не зараховано
35-59	FX	незадовільно	
1-34	F		

12. Форми поточного та семестрового контролю успішності навчання

Види контролю, які використовуються в процесі викладання освітньої компоненти:

1. Поточний контроль – це контроль рівня теоретичної підготовки здобувача вищої освіти до проведення досліджень в формі усної або письмової відповіді, рішення ситуаційної задачі,

комп'ютерного тестування;

2. Контроль змістовного модуля – це контроль засвоєння суми знань, які були отримані здобувачем вищої освіти протягом проведення змістовного модуля. Може проводитися у вигляді письмової роботи або комп'ютерного тестування.

3. Семестровий екзамен – це контроль засвоєння матеріалу освітньої компоненти. Форма проведення – письмовий контроль.

Форма контролю – семестровий залік, семестровий екзамен.

13. Методичне забезпечення

1. Робоча програма освітньої компоненти.
2. Календарно-тематичні плани лекцій та практичних занять.
3. Критерії оцінювання знань і вмінь здобувачів вищої освіти.
4. Методичні матеріали комп'ютерних презентацій лекцій.
5. Перелік теоретичних питань до поточного контролю та контролю змістових модулів.
6. Збірник тестових завдань з освітньої компоненти.
7. Пакет білетів для контролю засвоєння змістових модулів.
8. Пакет білетів для семестрового екзамену.
9. Пакет білетів комплексної контрольної роботи.
10. Методичні вказівки з освітньої компоненти для викладачів.
11. Методичні рекомендації до практичних занять
12. Методичні рекомендації самостійної роботи здобувачів вищої освіти.
13. Методичні рекомендації з підготовки до семестрового екзамену.
14. Робочій журнал для виконання лабораторних робіт.
15. Конспект лекцій.

14. Рекомендована література

Основна

1. Біохімія : підручник / за заг. ред. проф. А. Л. Загайка, проф. К. В. Александрової – Х. : Вид-во «Форт», 2014. – 728 с.
2. Гонський, Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук, М. І. Калинський. – Т. : Укрмедкнига, 2013. – 744 с.
3. Губський, Ю. І. Біологічна хімія / Ю. І. Губський.– К. – В. : Нова книга, 2007. – 508 с.

Допоміжна

1. Біохімічні показники в нормі і при патології : довідник / за ред. О. Я. Склярова. – К. : Здоров'я, 2007. – 320 с.
2. Максимчук, Т. П. Біохімія людини / Т. П. Максимчук, – Т. : Укрмедкнига, 2001. – 736 с.
3. Скляров, О. Я. Біологічна хімія : підручник / О. Я. Скляров, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Т. : ТДМУ, 2014. – 702 с.
4. Функціональна біохімія : навч. посіб. для студ. вищого фарм. навч. закл. IV рівня акредитації / А. Л. Загайко [та ін.]. - Х. : НФаУ, 2010. - 219 с.
5. Біологічна хімія: методичні рекомендації для організації самостійної роботи здобувача вищої освіти з освітньої компоненти / В. М. Кравченко, Л. В. Галузінська, І. В. Сенюк [та ін.]. – Харків : НФаУ; 2023. – 47 с.

15. Інформаційні ресурси, у т.ч. в мережі Інтернет

1. Сайт дистанційних технологій навчання НФаУ <http://pharmel.kharkiv.edu>.
2. Сайт кафедри біологічної хімії <http://biochem.nuph.edu>.
3. Бібліотека НФаУ <http://lib.nuph.edu.ua>.