

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

2022 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**БІОХІМІЯ**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалавр) \_\_\_\_\_

галузь знань \_\_\_\_\_ 10 – "Природничі науки" \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціальність (напрямок підготовки) \_\_\_\_\_ 105 – "Прикладна фізика та наноматеріали" \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітня програма \_\_\_\_\_ освітньо-професійна програма "Біомедичні нанотехнології" \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни \_\_\_\_\_ обов'язкова \_\_\_\_\_  
(обов'язкова / за вибором)

факультет \_\_\_\_\_ ННІ «Фізико-технічний факультет» \_\_\_\_\_

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою Навчально-наукового інституту «Фізико-технічний факультет»

“26” серпня 2022 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Житняківська Ольга Анатоліївна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

Програму схвалено на засіданні кафедри

\_\_\_\_\_ медичної фізики та біомедичних нанотехнологій \_\_\_\_\_

Протокол від “26” серпня 2022 року № 7

Завідувач кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій \_\_\_\_\_



(підпис)

Валерія ТРУСОВА

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми "Біомедичні нанотехнології"

Гарант освітньо-професійної програми "Біомедичні нанотехнології"



(підпис)

Ольга ЖИТНЯКІВСЬКА

Програму погоджено науково-методичною комісією

\_\_\_\_\_ ННІ «Фізико-технічний факультет» \_\_\_\_\_  
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “30” червня 2022 року № 11

Голова методичної комісії \_\_\_\_\_ ННІ «Фізико-технічний факультет» \_\_\_\_\_



(підпис)

Микола ЮНАКОВ

(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

### 1. Опис навчальної дисципліни

Робочу програму навчальної дисципліни «Біохімія» укладено відповідно до вимог стандарту вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 10 – «Природничі науки», спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали», затвердженого і введеного в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 16.06.2020 р. № 804.

Навчальна дисципліна «Біохімія» є необхідною складовою циклу професійної підготовки фахівців першого освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», оскільки формує в студентів базові знання біохімічних процесів, результатом яких є розвиток і функціонування живих систем усіх рівнів організації. Враховуючи, що сучасна підготовка висококваліфікованих спеціалістів в області «Біомедичних нанотехнологій» потребує глибокого володіння знанням про структурну організацію макромолекул, основ біохімічних та метаболічних шляхів та їх регуляції в організмах, вивчення біохімії студентами є важливою ланкою у формуванні майбутнього біонанотехнолога. Біохімія є базовою, фундаментальною дисципліною, яка утворює необхідну основу для подальшого вивчення інших профільних предметів.

1.1. *Метою* викладання навчальної дисципліни «Біохімія» є формування у студентів цілісної системи знань про молекулярні основи життєдіяльності, зокрема, хімічний склад, властивості і функціональну активність біомолекул, природу та механізми регуляції метаболічних процесів.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Біохімія» є:

- здобуття, узагальнення та систематизація знань про структурну організацію біомолекул, що входять до складу живих організмів та взаємозв'язок з їх біологічними функціями;
- формування комплексу знань щодо закономірностей вивільнення, акумуляції та споживання енергії в біологічних системах;
- формування знань про основні закономірності перебігу метаболічних процесів та молекулярних механізмів їх регуляції;
- ознайомлення студентів з сучасними методами біохімічного аналізу та їх застосуванням;
- сформувати навички наукового аналізу та узагальнення явищ та фактів, що спостерігаються;

Вивчення дисципліни «Біохімія» спрямовано на забезпечення таких загальних (ЗК) та фахових компетентностей (ФК) за спеціальністю, затвердженого Стандартом вищої освіти:

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК 10. Навички здійснення безпечної діяльності.

ФК 3. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження

ФК 8. Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.

ФК 9. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень

ФК 13. Здатність працювати з біологічними агентами, що використовують у біотехнологічних процесах, зокрема: з білками, нуклеїновими кислотами, мембранами, клітинами, тощо

## 1.3. Кількість кредитів - 9

## 1.4. Загальна кількість годин – 270

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна
Денна форма навчання
Рік підготовки
3-й
Семестр
5,6-й
Лекції
48 год.
Лабораторні заняття
64 год.
Практичні заняття
48 год.
Самостійна робота
110 год.
Індивідуальні завдання
30 год*.

\*За рахунок годин самостійної роботи

## 1.6. Заплановані результати навчання

Очікувані результати навчання відповідають програмним результатам навчання ОП «Біомедичні нанотехнології» за спеціальністю 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»:

ПРН-1. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем

ПРН-2. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з теоретичної та прикладної фізики

ПРН-3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій

ПРН-4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій

ПРН-5. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики

ПРН-6. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації

ПРН-7. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики

ПРН-8. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.

ПРН-9. Знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих

фізичних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини.

ПРН-10. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.

ПРН-11. Розуміти основні принципи здорового способу життя та вміти застосовувати їх для підтримки власного здоров'я та працездатності.

Зокрема, відповідно до вимог ОКХ бакалавра прикладної фізики та наноматеріалів, студенти будуть:

**знати:** молекулярні основи життєдіяльності живих організмів; хімічну будову та властивості основних класів біомолекул та їх похідних; основні процеси та механізми, що лежать в основі обміну речовин та енергії; природу та особливості регуляції метаболічних процесів; молекулярні основи передачі генетичної інформації; базові методи біохімічних досліджень.

**вміти:** ідентифікувати та характеризувати основні класи біомолекул та їх похідних; володіти методами виділення, кількісного та якісного аналізу біологічно-активних сполук, проміжних і кінцевих продуктів основних метаболічних шляхів; оцінювати ефективність методів біохімічного аналізу; документувати, обробляти та трактувати результати, одержанні на основі методів біологічної хімії.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

**Розділ 1 Вступ до курсу «Біохімія». Будова, властивості та функції біомолекул та їх похідних.**

**Тема 1. Вступ в біохімію.** Предмет, мета, завдання, області дослідження біохімії. Основні етапи розвитку біохімії. Фізичні та хімічні основи біохімії. Хімічний склад організмів та рівні їх організації. Будова клітини.

**Тема 2. Роль води в біохімічних процесах.** Типи взаємодій в водних розчинах. Іонізація води. Слабкі кислоти та основи. Роль буферних систем для підтримки сталого рН в біохімічних системах.

**Тема 3. Білки та пептиди.** Будова, класифікація та номенклатура амінокислот. Пептидний зв'язок. Утворення пептидів та їх біологічна роль. Первинна, вторинна, третинна та четвертинна структури білків. Класифікація та біохімічна роль білків. Хімічні та фізичні властивості білків. Функції білків. Денатурація та фолдинг білків. Шаперони та шапероніни.

**Тема 4. Вуглеводи.** Будова, властивості та класифікація вуглеводів. Біологічна роль вуглеводів. Моносахариди. Характеристика окремих вуглеводів (моносахариди, сахароза, крохмаль, целюлоза).

**Тема 5. Нуклеїнові кислоти.** Біологічна роль нуклеїнових кислот. Нуклеотиди. Будова, структура та властивості ДНК. Фосфодіефірний зв'язок в молекулах ДНК та РНК. Характеристика окремих видів РНК. Молекулярні механізми передачі генетичної інформації. Реплікація ДНК. Транскрипція.

**Тема 6. Ліпіди.** Класифікація, фізичні та хімічні властивості жирних кислот. Триацилгліцериди. Структурні ліпіди. Структура та функції біологічних мембран.

**Тема 7. Вітаміни.** Загальна характеристика, класифікація та номенклатура вітамінів. Жиророзчинні вітаміни: будова, біологічна роль, ознаки гіпо-, авітамінозів та гіпервітамінозів. Будова та біологічна роль водорозчинних вітамінів.

**Тема 8. Ферменти. Ферментативний каталіз.** Природа, класифікація та властивості ферментів. Складні ферменти, кофактори. Каталіз. Каталітичні теорії. Швидкість каталітичних реакцій. Механізм ферментативного каталізу. Кінетика ферментативних реакцій. Регуляція ферментативних процесів. Інгібітори ферментів.

## **Розділ 2. Обмін речовин в організмі. Загальні закономірності метаболізму.**

**Тема 9. Вступ до обміну речовин в організмі. Метаболічні шляхи.** Основні закономірності обміну речовин. Фази обміну речовин. Макроергічні сполуки. Фази вивільнення енергії з поживних речовин. Метаболічні шляхи, види метаболічних шляхів. Енергетичний обмін в клітинах.

**Тема 10. Метаболізм вуглеводів та його регуляція.** Біохімія анаеробного та аеробного перетворення вуглеводів. Цикл трикарбонових кислот. Реакції біологічного окислення. Окисне фосфорилування. Тканинне дихання. Анаеробний шлях обміну вуглеводів: Гліколіз, глюконеогенез. Пентозофосфатний шлях.

**Тема 11. Метаболізм ліпідів.** Внутрішньоклітинний гідроліз ліпідів. Окислення гліцерину та жирних кислот. Синтез жирних кислот. Біосинтез холестерину та його регуляція. Біосинтез ліпідів у тканинах.

**Тема 12. Метаболізм амінокислот та інших азотовмісних сполук. Внутрішньоклітинне перетворення амінокислот.** Обмін аміаку. Утворення та шляхи знешкодження біогенних амінів. Спеціалізовані шляхи обміну амінокислот. Обмін гемпротейнів. Обмін нуклеопротейнів. Біосинтез піримідинів та пуринів, утворення мононуклеотидів та нуклеозидів. Синтез сечової кислоти.

## **Розділ 3. Окисне фосфорилування та фотофосфорилування**

**Тема 13. Окисне фосфорилування.** Реакції переносу електронів в мітохондріях. Синтез АТФ. Регуляція окисного фосфорилування. Роль мітохондрій в апоптозі та окислювальному стресі.

**Тема 14. Фотосинтез.** Особливості фотосинтетичного фосфорилування. Цикл Кальвіна. Темнова фаза фотосинтезу.

### **3. Структура навчальної дисципліни**

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1 Вступ до курсу «Біохімія». Будова, властивості та функції біомолекул та їх похідних.						
Тема 1 Вступ в біохімію.		2		4		4
Тема 2 Роль води в біохімічних процесах.		2		4		8
Тема 3. Білки та пептиди.		4	12	12		12
Тема 4. Вуглеводи		3	4	4		8
Тема 5. Нуклеїнові кислоти		3	8	8		8
Тема 6. Ліпіди. Біологічні мембрани.		2		4		8
Тема 7. Вітаміни.		4		4		8
Тема 8. Ферменти. Ферментативний каталіз.		4	8	8		12
Розділ 2 Обмін речовин в організмі. Загальні закономірності метаболізму						
Тема 9. Вступ до обміну речовин в організмі. Метаболічні шляхи.		4				6

Тема 10. Метаболізм вуглеводів та його регуляція.		4	4	4		6
Тема 11. Метаболізм ліпідів.		4		4		6
Тема 12. Метаболізм амінокислот та інших азотовмісних сполук.		4	4	4		6
Розділ 3. Окисне фосфорилування та фотофосфорилування						
Тема 13. Окисне фосфорилування		4	4	4		6
Тема 14. Фотосинтез		4	4			12
<b>Усього годин</b>	270	48	48	64		110

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

##### 4.1. Теми лабораторних занять

	Назва теми	Кількість годин
1.	Особливості роботи в біохімічній лабораторії та інструктаж із техніки безпеки.	4
2.	Методи визначення рН. Буферні розчинни.	4
3.	Якісні кольорові реакції на функціональні групи білків та амінокислот.	4
4.	Електрофоретичні методи розділення білків	4
5.	Кількісне визначення концентрації білків у розчині. Метод К'ельдаля. Спектрофотометричний та колориметричний методи.	4
6.	Загальні реакції для виявлення моносахаридів. Кількісне визначення моносахаридів	4
7.	Виділення нуклеопротейнів та нуклеїнових кислот із біологічного матеріалу	4
8.	Кількісне визначення нуклеїнових кислот	4
9.	Вивчення властивостей жирів. Визначення кислотного числа, числа омилення і ефірного числа жиру.	4
10.	Кількісне визначення вітамінів.	4
11.	Ферменти як біологічні каталізатори. Вивчення дії ферментів та їх властивостей.	4
12.	Вивчення регуляції активності ферментів. Вплив активаторів та інгібіторів на активність амілази слини	4
13.	Кількісне визначення моносахаридів. Визначення глюкози у біологічних рідинах глюкозооксидазним методом	4
14.	Визначення загального вмісту фосфоліпідів у сироватці крові.	4
15.	Обмін білків та амінокислот. Визначення вмісту сечовини в сироватці крові.	4
16.	Окисне фосфорилування. Виявлення цитохром оксидази у м'язовій тканині тварин	4
	<b>Разом</b>	64

##### 4.2. Теми практичних занять

	Назва теми	Кількість годин
1.	Амінокислоти. Ізоелектрична точка амінокислот	4
2.	Фізико-хімічні властивості білків. Методи осадження білків.	8

3.	Властивості вуглеводів. Методи виявлення моносахаридів, дисахаридів та полісахаридів	4
4.	Гібриди нуклеїнових кислот. Методи визначення послідовності ДНК.	8
5.	Кінетичні методи визначення інгібіторів ферментів.	8
6.	Реакції Циклу Кребса	4
7.	Біосинтез нуклеотидів	4
8.	Окисне фосфорилування. Фотосинтез.	8
	<b>Разом</b>	<b>48</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1 Вступ до курсу «Біохімія». Будова, властивості та функції біомолекул та їх похідних.		
1.	Історія Розвитку біохімії як науки. Взаємозв'язок біохімії з іншими науками. Генетичні основи біохімії	4
2.	Слабкі основи та кислоти як буферні системи для підтримки сталого рН в клітинах та тканинах. Вода як реагент.	8
3.	Фібрилярні білки. Функції фібрилярних білків. Паталогічні білкові утворення.	12
4.	Дефекти синтезу вуглеводів.	8
5.	Полімеразна ланцюгова реакція.	8
6.	Мембранні рафти. Текучість мембран. Транспорт через мембрани.	8
7.	Мікроелементи: Ферум, Купрум, Цинк, Манган, Кобальт, Селен та їх роль у функціонуванні ферментів.	8
8.	Алостеричні ферменти. Кінетика реакцій в присутності алостеричних ферментів.	12
Розділ 2 Обмін речовин в організмі. Загальні закономірності метаболізму		
9.	Взаємозв'язок біоенергетики та термодинаміки.	6
10.	Взаємна регуляція гліколізу та глюконеогенезу	6
11.	Окислення жирних кислот. Кетоніві тіла	6
12.	Деградація вуглеводного скелету амінокислот.	6
Розділ 3. Методи дослідження конформаційної рухливості та електронної структури біополімерів у розчині		
13.	Роль активних форм кисню в окисному фосфорилуванні.	6
14.	Фотодихання	12
	Разом	110

### 6. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота обсягом 4 год. за темою 3 "Білки та пептиди", розрахунково-графічна робота обсягом 4 год. за темою 8 "Ферменти" та розрахунково-графічна робота обсягом 4 год. за темою 14 "Фотосинтез". Реферат обсягом 20 сторінок на одну з тем курсу. Курсова робота (1 семестр) на одну з тем курсу.

### 7. Методи контролю

Поточного:

- поточний контроль на практичних та лабораторних заняттях;
- контрольні роботи;

- самостійна робота та індивідуальне завдання;
  - реферат та курсова робота.
- Складові підсумкового контролю:
- бали поточного контролю;
  - комбінований письмовий екзамен.

**Якісні критерії оцінювання успішності виконання контрольних робіт, індивідуальних завдань, інших видів роботи, що потребують оцінювання**  
**Вимоги для оцінки „відмінно”:**

- міцне засвоєння змісту програми навчальної дисципліни та наукових першоджерел;
- здатність повністю, глибоко і всебічно розкрити зміст поставленого завдання;
- правильне застосування одержаних знань з різних дисциплін для вирішення поставлених завдань; послідовне і логічне викладання матеріалу;
- здатність обґрунтувати власну думку та ставлення до певних фахових проблем;
- чітке розуміння і вільне доречне застосування фахової науково-технічної термінології, вміння грамотно ілюструвати відповідь прикладами;
- здатність встановлювати взаємозв'язок між основними поняттями;
- вільне використання теоретичних знань для аналізу практичного матеріалу;
- демонстрація високого рівня набутих практичних навичок.

Можлива наявність незначних неточностей у викладенні матеріалу, які не приводять до помилкових висновків і рішень, але впливають на отриманий бал.

**Вимоги для оцінки „добре”:**

- добре засвоєння основного зміст навчальної дисципліни, основних ідей наукових першоджерел;
- належна аргументація, правильне та послідовне розкриття основного змісту матеріалу;
- демонстрація власних міркувань з приводу тих чи інших проблем;
- точне використання наукової термінології;
- демонстрація основних практичних навичок при аналізі фахових задач.

Можлива наявність певних непринципових неточностей у використанні спеціальної термінології, похибок у логіці викладання теоретичного матеріалу або аналізу практичних даних, невизначальних помилок у висновках та узагальненнях, що не впливають на конкретний зміст відповіді, але впливають на отриманий бал.

**Вимоги для оцінки „задовільно”:**

- засвоєння лише базових понять дисципліни, обмеженість відповіді лише такими поняттями, відсутність поглибленого аналізу та опису проблеми чи питання, наявність у відповіді лише частини необхідної інформації; неналежне оперування інформацією з наукових першоджерел;
- неналежна послідовність та логіка у викладанні матеріалу та висновків;
- неналежне чи відсутнє обґрунтування оцінки фактів та явищ;
- наявність суттєвих помилок при викладенні матеріалу, поясненні термінології та вирішенні практичних питань.

Обсяг викладення змісту питання, кількість та суттєвість помилок визначально впливають на отриманий бал.

**Оцінку „незадовільно” студент отримує, якщо:**

- основний зміст завдання не розкрито;
- продемонстровано низький рівень орієнтації у змісті програми дисципліни та наукових першоджерелах;
- не підтверджене знання наукових фактів та визначень;
- допущені суттєві принципові помилки у викладанні матеріалу та висновках;
- продемонстровано низький рівень знання та застосування спеціальної термінології;
- відсутність наукового мислення та практичних навичок.

## 8. Схема нарахування балів

### 5-й семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен	Сума
Лабораторні роботи	Реферат та Курсова робота	Контрольна робота	Індивідуальне завдання	Разом		
20	20	10	10	60	40	100

### 6-й семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Екзамен	Сума
Практичні роботи	Контрольна робота	Разом		
50	20	60	40	100

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger Principles of Biochemistry, 6ed. W.H.Freeman, 2012. 1119 p
2. Stryer L. Biochemistry / L. Stryer. New York. : W.H.Freeman and Company, 1995. -1064 p
3. Біохімія: підручник для студентів ВНЗ/ Л.І. Отсапченко та ін.; Київ: Київський університет, 2012. -796.
4. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник.– Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. –508 с. ISBN 966-7364-41-0 \
5. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с
6. Гонський Я. І. Біохімія людини : підручник / Гонський Я. І., Максимчук Т. П. - Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. - 736 с.
7. Harper's Illustrated Biochemistry / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2015. – 817 p.
8. Склярів, О. Я. Біологічна хімія : підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Т. : ТДМУ, 2014. – 702 с.

### Допоміжна література

1. Остапченко Л.І., Синельник Т.Б., Компанець І.В. Біологічні мембрани та основи внутрішньоклітинної сигналізації: теоретичні аспекти // ВПЦ «Київський університет», 2016. - 639 с.
2. Остапченко Л. І., Скопенко О. В. Біохімія у схемах і таблицях. — К.: ВПЦ “Київський університет”, 2004. — 128 с.
3. 3. Практикум з біологічної хімії. / За ред. О. Я. Склярова. — К.: Здоров'я, 2002. — 298 с.
4. Скляров О. Я., Сергієнко О. О., Фартушок Н. В. та ін. Обмін вуглеводів. Біохімічні та клітинні аспекти. Львів: “Світ”, 2004. — 110 с.
5. Нельсон Д., Кокс М. Основи біохімії за Ленінджером / пер. з англ.: О. Матишевська, наук. ред. перекладу: С. Комісаренко – Львів: БаК, 2015 – 1256 с.
6. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ : Wiley, 2018.- 316 p.
7. Функціональна біохімія : навч. посіб. для студ. вищого фарм. навч. закл. IV рівня акредитації / А. Л. Загайко [та ін.]. – Х. : НФаУ, 2010. – 219 с.

### 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <https://www.chemistryguide.org/chemical-literature.html>
2. <https://www.biochemistry.org/>
3. <http://www.chemrefer.com>
4. [www.biochemweb.org/](http://www.biochemweb.org/)