

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра органічної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан
хімічного факультету



Олег КАЛУГІН
“27” серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ З ЕЛЕМЕНТАМИ БІОХІМІЇ**

рівень вищої освіти _____ магістр _____
галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)
спеціальність _____ 102 Хімія _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ освітньо-професійна та освітньо-наукова програма «Хімія» _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)
факультет _____ хімічний _____

2024/2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою **хімічного** факультету

“27” серпня 2024 року, протокол № 7

Розробник програми: Надія КОЛОС, д.х.н., професор кафедри органічної хімії

Програму схвалено на засіданні кафедри органічної хімії
Протокол № 1 від “26” серпня 2024 року

Завідувач кафедри органічної хімії



(підпис)

Андрій ДОРОШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) другого (магістерського) рівня «Хімія»

Гарант освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) другого (магістерського) рівня «Хімія»



(підпис)

Андрій ДОРОШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено гарантом освітньо-наукової програми (керівником проектної групи) другого (магістерського) рівня «Хімія»

Гарант освітньо-наукової програми (керівником проектної групи) другого (магістерського) рівня «Хімія»



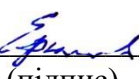
(підпис)

Микола МЧЕДЛОВ-ПЕТРОСЯН
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 1 від “26” серпня 2024 року

Голова методичної комісії хімічного факультету



(підпис)

Павло ЄФІМОВ
(прізвище та ініціали)

1. ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Біоорганічна хімія”
складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

__ магістр __

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку) _____ 102 Хімія
спеціалізації

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни:

Сформуванню уявлення про будову та хімічні властивості як основу для розуміння метаболічних перетворень та взаємозв'язку з біологічними функціями, найважливіших класів природних сполук - вуглеводів, ліпідів, нуклеїнових кислот, пептидів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни:

Сформуванню у студентів уявлення щодо синтетичних підходів до низькомолекулярних пептидів та олігонуклеотидів, основ метаболізму амінокислот, вуглеводів, жирів, нуклеїнових кислот; типів ферментів та коферментів, які каталізують біохімічні процеси в організмі; низькомолекулярні регулятори біохімічних процесів: стероїди, вітаміни, терпени, антибіотики, тощо.

1.2.1. Формування наступних загальних компетентностей:

1. Знання та розуміння предметної області та власної професійної діяльності.
2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).
3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК2).
4. Здатність працювати у команді (ЗК3).
5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації (ЗК4).
6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК5).
7. Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК6).
8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності) (ЗК7).
9. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів) (ЗК8).
10. Прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК9).
11. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК10).
12. Здатність бути критичним і самокритичним (ЗК11).
13. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК12).

1.2.2. Формування наступних фахових компетентностей:

1. Здатність застосовувати знання і розуміння інших природничих наук та математики для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (ФК1).
2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії (ФК2).
3. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії (ФК4).
4. Здатність оцінювати ризики (ФК6).

5. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження та використовувати стандартне хімічне обладнання (ФК7, ФК8).
6. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного вивчення (ФК10).
7. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність) (ФК11).
8. Здатність використовувати основні поняття хімії, основні закони хімії, загальні закономірності перебігу хімічних реакцій, теорію будови атома, теорії хімічних зв'язків, вчення про розчини, загальні відомості про хімічні елементи та їх сполуки у вирішенні конкретних задач хімії відповідно до сучасних потреб (ФК14).
9. Здатність до роботи у синтетичній органічній лабораторії, вміння коректно інтерпретувати результати фізико-хімічних досліджень органічних сполук (ФК18).
10. Здатність до розуміння вимог охорони праці та дотримування їх під час праці у лабораторних та промислових умовах (ФК27).
11. Здатність розуміння актуальних проблем сучасної теоретичної і експериментальної органічної хімії (ФК33).
12. Здатність використовувати ретросинтетичний підхід при розробці методів синтезу активних фармацевтичних інгредієнтів (субстанцій) та передбачати ті хімічні властивості сполук, які можуть бути використані для аналізу їх якості (ідентифікації та кількісного визначення) (ФК35).

1.3. Кількість кредитів – 5

1.4. Загальна кількість годин – 150

| 1.5. Характеристика навчальної дисципліни | |
|---|-------------------------------------|
| Нормативна | |
| Денна форма навчання | Заочна (дистанційна) форма навчання |
| Рік підготовки | |
| 1-й магістратура | 1-й магістратура |
| Семестр | |
| 1-й магістратура | 1-й магістратура |
| Лекції | |
| 32 год. | 12 год. |
| Практичні, семінарські заняття | |
| - | - |
| Лабораторні заняття | |
| 32 год. | 8 год. |
| Самостійна робота | |
| 86 год. | 130 год. |
| Індивідуальні завдання | |
| - год. | |

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

знати синтетичні підходи до низькомолекулярних пептидів та олігонуклеотидів, основи метаболізму амінокислот, вуглеводів, жирів, нуклеїнових кислот; типи ферментів

та коферментів, що каталізують біохімічні процеси в організмі; мати уявлення про низькомолекулярні регулятори біохімічних процесів: стероїди, вітаміни, терпени, антибіотики;

Вміти використовувати набуті знання при вирішенні практичних задач біоорганічної хімії.

P01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

P03. Описувати хімічні дані у символічному вигляді.

P04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.

P05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.

P07. Застосовувати основні принципи квантової механіки для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.

P08. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.

P09. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

P11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.

P12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.

P14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.

P17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.

P18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.

P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.

P25. Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.

P32. Знати: методи синтезу та взаємоперетворень органічних сполук основних класів, механізми найважливіших процесів та теоретичні основи органічної хімії. Вміти: використовувати комплекс експериментальних методів для синтезу та вдосконалення структури нових сполук з певним набором властивостей, що обумовлюють їх практичне значення.

P41. Знати: зміст основних законів та підзаконних актів, що регулюють правові та організаційні питання охорони праці в Україні; вимоги охорони праці при роботі з хімічними речовинами та приладами; Вміти: працювати з дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці.

P47. Знати: методологію проведення синтезу і дослідження в області органічної хімії; Вміти: планувати стратегію рішення поставлених завдань, скласти план синтезу органічної сполуки.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Амінокислоти та пептиди. Ферменти і коферменти. Обмін амінокислот в організмі.

Тема 1. α -Амінокислоти - структурні компоненти пептидів та білків.

Біоорганічна хімія як наука. Основні задачі біоорганічної хімії. Історичний экскурс в розвиток біоорганічної хімії та сучасні проблеми цієї науки. α -Амінокислоти – структурні компоненти пептидів та білків. Амфотерний характер та основні хімічні

властивості амінокислот: ацилювання, алкілювання, декарбоксілювання, утворення дикетопіперазинів, естерів, реакції з азотистою кислотою. Поняття про ізоелектричну точку. Кольорові реакції, що використовуються для ідентифікації амінокислот. Оптична ізомерія на прикладі амінокислот. Асиметричний атом карбону. Діастереомерія та енантіомерія. Стереохімічна номенклатура: L,D- та R,S-ряди. Енантіомери та рацемати. Розщеплення рацематів. Поняття про асиметричний синтез амінокислот. Пептиди, їх номенклатура. Пептидний синтез. Твердофазний синтез пептидів.

Тема 2. Білки і пептиди.

Кислотне та ферментативне розщеплення білків і пептидів на фрагменти та вільні амінокислоти. Встановлення первинної структури білка, визначення N- та C-кінцевих груп: ДНФ-, ДНС-методи, деградація по Едману, гідразіноліз по Аккоборі, використання ферментів для визначення кінцевих C-груп (карбоксіпептидази) і кінцевих N-груп (амінопептидази). Білки. Класифікація білків: протеїни та протеїди. Внутрішньогрупова класифікація протеїдів. Первинна структура білків. Вторинна структура білків. α -Спіраль. β -Конформація. Третинна та четвертинні структури білка. Приклади біологічно важливих пептидів та їх роль в організмі. Виявлення дисульфідних мостиків в пептидному ланцюзі та їх розщеплення. Будова гемоглобіну та його роль в організмі.

Тема 3. Ферменти. Коферменти.

Ферменти як білки та каталізатори. Кінетика ферментативного каталізу. Каталітичні групи ферментів. Каталітичні механізми, характерні для ферментів. Класифікація ферментів. Ізоферменти. Піруватдегідрогеназний комплекс. Поняття про коферменти. Коферменти, що приймають участь в окислювально-відновлювальних процесах: піридиннуклеотидні коферменти, флавінові коферменти, убіхінони. Вітаміни E, K. Коферменти, що приймають участь переважно в трансферазних реакціях: піридоксальфосфат, фолієва кислота, ліпоєва кислота. Кофермент ацилювання. Аденозиндифосфат і -трифосфат. Коферменти, що приймають участь в стабілізації карбаніонів. Тіамінпірофосфат. Біотин. Вітамін B₁₂.

Теми 4. Обмін білків та амінокислот.

Перетворення білків у травному каналі. Окислювальне дезамінування. Трансамінування. Декарбоксілювання амінокислот. Утворення та виведення кінцевих продуктів білкового обміну. Цикл сечовини. Синтез біологічно активних речовин в організмі за участю амінокислот. Цикл Кребса. Біосинтез деяких замінних амінокислот в організмі.

Розділ 2. Вуглеводи. Нуклеїнові кислоти. Жири. Низькомолекулярні регулятори біохімічних процесів.

Тема 1. Вуглеводи. Обмін вуглеводів.

Класифікація вуглеводів: моносахариди, дисахариди, полісахариди. Хімічні властивості вуглеводів (на прикладі глюкози та фруктози). Оптична ізомерія вуглеводів. Аномери та енантіомери. Поняття про глікозиди. Природні полісахариди рослинного і тваринного походження, їх роль в природі. Обмін вуглеводів. Анаеробне перетворення вуглеводів. Аеробне перетворення вуглеводів. Поняття про фотосинтез.

Тема 2. Нуклеїнові кислоти. Структура та функції нуклеїнових кислот.

Поняття про нуклеїнові кислоти. Основні компоненти нуклеїнових кислот: піримідинові та пуринові основи, рибоза, дезоксирибоза. Будова нуклеозидів, їх синтез та номенклатура. Нуклеотиди, їх синтез, номенклатура. Синтез полінуклеотидів. Біосинтез рибонуклеотидів та дезоксирибонуклеотидів. Метаболізм пуринових та піримідинових основ в організмі. Макромолекулярна будова та функції нуклеїнових кислот. Правила

Чаргаффа. Структури ДНК та РНК (рибосомна, транспортна, матрична). Гіпотеза Уотсона-Кріка. Молекулярні механізми передачі інформації.

Тема 3. Ліпіди. Метаболізм ліпідів.

Поняття про жири та жироподібні речовини. Класифікація ліпідів та їх структурні компоненти. Нейтральні ліпіди, їх хімічні властивості. Гліколіпіди. Фосфоліпіди, їх синтез. Сфінголіпіди. Розщеплення ліпідів в організмі. Біосинтез жирів: біосинтез жирних кислот, біосинтез гліцерину, біосинтез триацилгліцеридів. Синтетичні підходи до синтезу триацилгліцеридів. Поняття про стероїди, їх класифікація.

Тема 4. Терпени. Алкалоїди. Антибіотики.

Терпени, їх класифікація. Виділення із рослинної сировини. Біологічно важливі терпени. Біосинтез стероїдів із ізопрену. Алкалоїди. Класифікація та фізіологічна активність алкалоїдів. Антибіотики. Класифікація антибіотиків і їх фізіологічна активність. Механізм дії антибіотиків. Успіхи в синтезі нових класів антибіотиків.

3. Структура навчальної дисципліни

| Назви розділів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--------------|-----|-----|------|----|--------------|--------------|-----|-----|------|-----|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | усьо го | у тому числі | | | | | усьог о | у тому числі | | | | |
| л | | п | лаб | інд | с.р. | л | | п | лаб | інд | с.р. | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Розділ 1. Амінокислоти та пептиди. Ферменти і коферменти. Обмін амінокислот в організмі | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. α-Амінокислоти | 18 | 4 | | 4 | | 10 | 18 | 2 | | - | | 16 |
| Тема 2. Білки і пептиди. | 19 | 4 | | 4 | | 11 | 19 | 1 | | 2 | | 16 |
| Тема 3. Ферменти і коферменти. | 18 | 4 | | 4 | | 10 | 20 | 1 | | 2 | | 17 |
| Тема 4. Обмін білків і амінокислот | 20 | 4 | | 4 | | 12 | 18 | 2 | | - | | 16 |
| Разом за розділом 1 | 75 | 16 | | 16 | | 43 | 75 | 6 | | 4 | | 65 |
| Розділ 2. Вуглеводи. Нуклеїнові кислоти. Жири. Низькомолекулярні регулятори біохімічних процесів. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Вуглеводи. Обмін вуглеводів | 18 | 4 | | 4 | | 10 | 20 | 2 | | 2 | | 16 |
| Тема 2 Нуклеїнові кислоти. Структура та функції НК | 18 | 4 | | 4 | | 10 | 21 | 2 | | 2 | | 17 |
| Тема 3. Ліпіди. Метаболізм ліпідів | 19 | 4 | | 4 | | 11 | 17 | 1 | | - | | 16 |
| Тема 4. Терпени. Алкалоїди. | 20 | 4 | | 4 | | 12 | 17 | 1 | | - | | 16 |
| Разом за розділом 2 | 75 | 16 | | 16 | | 43 | 75 | 6 | | 4 | | 65 |
| Усього годин | 150 | 32 | | 32 | | 86 | 150 | 12 | | 8 | | 130 |

Проведення лекцій може відбуватися у дистанційному режимі за допомогою платформи ZOOM або Google Meet.

Теми семінарських (лабораторних) робіт

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Основні методи синтезу α -амінокислот. Хімічні властивості α -амінокислот: поняття про ізоелектричну точку. Кольорові реакції для ідентифікації амінокислот. Оптична ізомерія. Діастереомерія та енантіомерія. Розщеплення рацематів. Поняття про асиметричний синтез. | 4 |
| 2 | Поняття про пептидний синтез: захисні та активуючі групи. Використання карбодімідів у пептидному синтезі. Встановлення первинної структури білків.. | 2 |
| 3 | Вторинна, третинна і четвертинна структура білків. Класифікація білків. Лабораторна робота по темі Амінокислоти, білки. | 2 |
| 4 | Ферменти. Класифікація ферментів. Каталітичні групи ферментів. Коферменти в окислювально-відновлювальних процесах. Коферменти, що приймають участь переважно в трансферазних реакціях. | 2 |
| 4 | Коферменти, що приймають участь в стабілізації карбаніонів. Лабораторна робота по темі Ферменти. | 2 |
| 5 | Обмін білків і амінокислот. Окислювальне дезамінування. Трансамінування і декарбоксілювання амінокислот. Цикл Кребса | 2 |
| 6 | Синтез біологічно активних речовин в організмі на основі амінокислот. Синтез замінних кислот в організмі. | 2 |
| 7 | Вуглеводи. Хімічні властивості вуглеводів. Оптична ізомерія вуглеводів. Хімічні властивості. Природні полісахариди рослинного і тваринного походження. Поняття про глікозиди. | 2 |
| 8 | Анаеробне перетворення вуглеводів. Аеробне перетворення вуглеводів. Біосинтез вуглеводів. Лабораторна робота по темі Вуглеводи. | 2 |
| 8 | Нуклеїнові кислоти. Піримідинові та пуринові основи. Синтез пуринових та піримідинових основ в лабораторії і в організмі. Будова нуклеозидів та їх синтез. Нуклеотиди та їх синтез. | 2 |
| 9 | Макромолекулярна будова та функції нуклеїнових кислот. Структури ДНК та РНК (рибосомна, транспортна, матрична). Синтез полінуклеотидів. Молекулярні механізми передачі інформації. Трансляція генетичного коду. Лабораторна робота по темі Нуклеїнові кислоти | 2 |
| 10 | Ліпіди. Класифікація ліпідів та їх структурні компоненти. Нейтральні ліпіди. Гліколіпіди. Фосфоліпіди, їх синтез. Сфінголіпіди. Лабораторна робота по темі Ліпіди | 2 |
| 11 | Метаболізм ліпідів. Біосинтез жирів: біосинтез жирних кислот, біосинтез гліцерину, біосинтез триацилгліцеридів. Поняття про стероїди, їх класифікація. Обмін фосфоліпідів та стероїдів в організмі. | 2 |
| 12 | Поняття про терпени. Алкалоїди, їх класифікація. Антибіотики, класифікація. Вітаміни, будова та роль в біохімічних процесах. Лабораторна робота по темі Вітаміни | 4 |
| | Разом | 32 |

5. Завдання для самостійної роботи

| № з/п | Види, зміст самостійної роботи | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Методи синтезу амінокислот, їх класифікація. Використання амінокислот в медицині. Оптична ізомерія α -амінокислот. Асиметричний синтез амінокислот. | 10 |

Продовження таблиці

| | | |
|-----|--|----|
| 2 | Ферментативне розщеплення пептидів на фрагменти. Виділення фрагментів і їх розщеплення до амінокислот. Ферментативний каталіз. Амінокислоти, що формують каталітично активні центри ферменту. Використання ферментів і коферментів в медицині. | 10 |
| 3. | Цикл Кребса. Синтез біологічно активних сполук в організмі на основі амінокислот. | 12 |
| 3 | Біосинтез замісних і незамісних амінокислот. Шикиматний шлях синтезу. | 12 |
| 4 | Оптична ізомерія вуглеводів. Важливі представники класу вуглеводів. | 7 |
| 5 | Трансляція генетичного коду. Поняття про генну інженерію. | 7 |
| 6 | Лабораторний синтез триацилгліцеридів, сфінголіпідів, церамідів. | 8 |
| 7 | Біологічно важливі терпени. Біосинтез стероїдів із ізопрену. Біологічно важливі стероїди. | 12 |
| 8 | Використання алкалоїдів в медицині. Сучасні досягнення і проблеми синтетичної хімії антибіотиків. | 8 |
| 10. | Разом | 86 |

6. Індивідуальні завдання.

Самостійна робота, лабораторні заняття

7. Методи навчання

Лекції, лабораторні роботи, співбесіди з викладачем, відповіді у дошки.

8. Методи контролю.

Написання контрольних та домашніх самостійних робіт за розділами 1-2, екзамен.

9. Схема нарахування балів

| Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання | | | | | Екзамен | Сума |
|--|----------|-----------|----------------|-------|---------|------|
| Розділ 1 | Розділ 2 | Практикум | Курсова робота | Разом | | |
| T1-T4 | T1-T4 | | | | | |
| 22 | 22 | 6 | 10 | 60 | 40 | 100 |

Мінімальна позитивна оцінка в семестрі – 25 балів.

Мінімальна позитивна оцінка на екзамені – 10 балів.

Виконання курсової роботи

| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист роботи | Сума |
|----------------------|----------------------|---------------|------|
| 3 | 3 | 4 | 10 |

Шкала оцінювання

| Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру | Оцінка |
|--|--------------|
| 90 – 100 | відмінно |
| 70-89 | добре |
| 50-69 | задовільно |
| 1-49 | незадовільно |

10. Рекомендована література

Основна література

1. Губський, Ю.І.; Ніженковська, І. В.; Корда, М, М. БІОЛОГІЧНА І БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ. - К.: Медицина, 2016.
2. Nizhenkovska, I.V.; Zimenkovsky, B.S.; Muzychenko, V.A.; Syrova, G.O. BIOLOGICAL AND BIOORGANIC CHEMISTRY.- ВСВ “Медицина“, 2020.
3. Стеценко, О.В.; Виноградова, Р. П. БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ.- Київ: Вища школа, 1992.
4. Stryer, L.; Berg, M. J.; Tymoczko J. L.; Gatto, G.J. BIOCHEMISTRY. - W.H. Freeman, 9th edition, 2019.
5. Rodwell, V. W.; Bender, D. A.; Botham, K. M.; Kennelly, P. J.; Weil P. A. HARPER'S ILLUSTRATED BIOCHEMISTRY. - McGraw Hill Medical, 31th edition, 2018.

Допоміжна література

6. Cooper, G.M.; Hausman, R.E. THE CELL: A MOLECULAR APPROACH, ASM Press, 2007.
7. Пивоваренко, В.Г. ОСНОВИ БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ. Київ: Освіта, 1995/
8. Nelson, D.L. Lehninger. PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY 8th Edition - - W.H. Freeman, 8th edition, 2021.
9. Губський, Б.А. БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ. Київ: Вища школа, 2004.

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

1. Файл-сервер хімічного факультету: chemistry.univer.kharkov.ua/node/424
2. vimeo.com › *MASTER-MULTIMEDIA Ltd* › *Videos*