

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих
засобів і технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
 Володимир ОЛІЙНИК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Хімія. Біохімія.
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: С «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G22 «Біомедична інженерія»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Біомедична інженерія
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Новікова І.В. каф. 502, к.мед.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 р.

Завідувачка кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

Дмитро ЖЕРДЕР
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Новікова Ірина Володимирівна

Посада: доцент

Науковий ступінь: кандидат медичних наук

Вчене звання:

Перелік дисциплін, які викладає: Хімія. Біохімія

Напрями наукових досліджень: діагностика метаболічних захворювань людини, забезпечення якості лабораторних досліджень, впровадження програм внутрішньолабораторного та зовнішнього контролю якості досліджень в медичних лабораторіях, лабораторні інформаційні системи і їх інтеграція із медичними інформаційними системами, менеджмент якості в медичних лабораторіях, впровадження ІСО 15189 «Медичні лабораторії. Вимоги до якості та компетентності»

Контактна інформація: тел. +380 997085405,
e-mail: novikova.irenev@gmail.com

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	2
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4 кредита ЄКТС / 120 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 24; іспит – 2; СРЗ – 72_);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Вступ до фаху «Біомедична інженерія», «Анатомія, фізіологія та патологія людини».
Кореквізити	«Біоетика та фахова термінологія», «Навчальна практика»
Постреквізити	«Біофізика та біомеханіка»

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – надання студентам знань з методів функціонального та комплексного дослідження життєдіяльності біологічних об'єктів; вивчення хімічного складу організмів, обміну речовин і енергії, механізмів функціонування живих систем.

Завдання – вивчення метаболізму білків, вуглеводів, ліпідів та нуклеїнових кислот, розуміння процесів регуляції живих організмів, оволодіння лабораторними методами аналізу біологічних об'єктів, що використовуються в сучасній медицині. Дослідження хімічного складу в нормі та патології.

Ознайомити з розвитком науки хімії та біологічної хімії як самостійної галузі знань у світі та в Україні; з природою і характеристиками, фізичними та хімічними основами перетворення біоелементів та їх використання;

Розглянути групи біоорганічних та біонеорганічних сполук за різними критеріями, їх походження, хімічні та структурні параметри, особливості будови;

Вивчити умови перебігу біохімічних реакцій, особливості та фактори впливу на біохімічні процеси;

Навчити здобувачів вищої освіти проводити правильне перенесення (екстраполяція) результатів, отриманих *in vitro* (тобто «в пробірці»), на пояснення процесів, що протікають *in vivo*, (тобто в живій природі).

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК2).

Здатність приймати обґрунтовані рішення. (ЗК8);

Здатність генерувати нові ідеї (креативність)(ЗК7).

Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності. (ЗК14).

Спеціальні компетентності (ФК):

Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем (ФК5).

Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.). (ФК8).

Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами. (ФК9).

Програмні результати навчання (ПРН)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії. (ПРН1).

Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів. (ПРН 18).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Рівні організації речовини. Основні поняття загальної хімії. Хімічні реакції в біологічних системах. Біохімія основних класів органічних з'єднань.

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Хімія. Біохімія».

Лекційні заняття.

Загальна характеристика розділів і структури дисципліни. Особливості живих організмів як об'єктів дослідження. Структура методів та технологічні цикли медико-біологічних досліджень. Вимірювання в медико-біологічній практиці. Місце хімії в біоінженерії. Біохімія як наука. Біомолекули. Окисно-відновні процеси в біологічних системах. Електродні потенціали. Класифікація електродів. ОВР в біологічних системах. Кислотно-основна рівновага в біологічних системах

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій та контрольних питань за темою.

ТЕМА 2. Основи біокаталізу Будова, властивості, класифікація, механізм дії ферментів.

Лекційні заняття.

Класифікація та номенклатура ферментів. Відмінність дії ферментів від неорганічних каталізаторів. Структура простих і складних ферментів. Поняття про апофермент, кофактор, кофермент і протетичну групу. Особливості структури активного центру простих і складних ферментів. Аlostеричний центр. Загальні властивості ферментів: термолабільність, залежність від рН, специфічність дії. Класифікація і номенклатура ферментів. Механізм дії ферментів і кінетика ферментативних реакцій.

Практичні заняття. Визначення активності ферментів. Регуляція ферментативних процесів. Інгібітори та активатори ферментів. Використання ферментів у біології та медицині.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 3. Загальна характеристика гормонів.

Лекційні заняття.

Гормони гіпоталамо-гіпофізарної системи. Загальна характеристика гормонів. Властивості гормонів та особливості функціонування ендокринної системи. Класифікація гормонів за місцем синтезу, хімічною природою, забезпеченням та підтриманням гомеостазу. Групи гормонів та представники кожної з них. Гормони білково-пептидні та похідні амінокислот. Гормони стероїдної природи.

Практичні заняття. Методи кількісного визначення гормонів і продуктів їх метаболізму в біологічних рідинах. Лабораторне обладнання для визначення концентрації гормонів

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 4. Загальна характеристика вітамінів

Лекційні заняття.

Загальна характеристика вітамінів. Жиророзчинні вітаміни. Водорозчинні вітаміни. Вітаміноподібні речовини. Антивітаміни.

Практичні заняття. Методи визначення вітамінів. Роль вітамінів у метаболізмі, захворювання пов'язані із дефіцитом або надлишком вітамінів

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 5. Основні закономірності обміну речовин. Обмін вуглеводів.

Лекційні заняття.

Основні закономірності обміну речовин. Загальні шляхи катаболізму: окисне декарбоксілювання пірувату, цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса). Обмін вуглеводів. Найважливіші представники вуглеводів організму: хімічна будова, властивості, біологічне значення. Перетравлення й всмоктування вуглеводів у шлунково-кишковому тракті. Надходження вуглеводів у клітини. Обмін, синтез та розпад глікогену. Особливості біосинтезу та розпаду глікогену у печінці та м'язах. Катаболізм фруктози і галактози. Аеробний та анаеробний гліколіз. Глюконеогенез. Пентозофосфатний шлях окислення глюкози. Спадкові порушення обміну вуглеводів. Метаболізм глікозаміногліканів

Практичні заняття.

Визначення кількості АТФ, що утворюється при розщепленні вуглеводів при аеробному та анаеробному гліколізі. Методи кількісного визначення глюкози в біологічних рідинах. Знайомство із обладнанням для виконання біохімічних досліджень в медицині.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 6. Обмін білків. Основні етапи обміну білків

Лекційні заняття.

Перетравлення білків у шлунково-кишковому тракті. Механізми всмоктування амінокислот. Гниття білків у кишечнику. Біохімічний аналіз шлункового соку. Роль білків у життєдіяльності організму.

Норми білка в харчуванні. Повноцінні та неповноцінні білки. Замінні, незамінні, умовно або частково замінні амінокислоти. Біологічний сенс перетравлення білків у шлунково-кишковому тракті. Основні етапи обміну білків. Механізм всмоктування амінокислот у кишечнику. Хімічні перетворення амінокислот у товстому кишечнику. Механізми знешкодження продуктів гниття білків у кишечнику. Аміни, які утворюються у кишечнику

при гнитті амінокислот, їх знешкодження. Амінокислотний пул тканин: шляхи надходження та використання амінокислот. Загальні реакції катаболізму амінокислот.

Обмін амоніаку: джерела, механізми знешкодження, транспортні форми. Орнітиновий цикл. Біологічна роль синтезу сечовини у печінці.

Практичні заняття.

Методи кількісного визначення білків і продуктів їх метаболізму в біологічних рідинах. Електрофорез білків, хроматографічні методи визначення амінокислот

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 7. Ліпіди: біологічна роль, класифікація

Лекційні заняття. Структура і функції простих ліпідів. Структура і функції складних ліпідів (фосфоліпідів и гліколіпідів). Перетравлення й всмоктування харчових ліпідів. Формули жовчних кислот. Роль жовчних кислот у перетравленні й всмоктуванні ліпідів. Транспортні форми ліпідів. Обмін триацілгліцеролів і фосфоліпідів. Обмін вищих жирних кислот та кетонових тіл. Обмін холестеролу.

Практичні заняття. Методи кількісного оцінювання концентрації ліпідів і продуктів їх метаболізму в біологічних рідинах. Розрахунок кількості АТФ, що утворюється при розщепленні ліпідів в організмі

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 8. Функції та обмін нуклеотидів.

Лекційні заняття. Функції та обмін нуклеотидів, його можливі порушення. Кінцеві продукти нітрогенового обміну. Визначення загального азоту в сечі; нітрогеновий баланс, його види. Біосинтез нуклеїнових кислот та білків (матричні біосин-тези). Переніс генетичної інформації. Основи молекулярної генетики. Загальна схема біосинтезу ланцюгів ДНК. Ферменти реплікації ДНК, схема реплікації ДНК. Етапи синтезу дочерніх ланцюгів молекул ДНК. Загальна схема транскрипції РНК. Особливості молекулярної організації ДНК та експресія геному еукаріотів (екзони, інтрони; послідовності, які повторюються). Мутації: геномні, хромосомні, генні. Роль у виникненні ензимопатій та спадкових хвороб людини.

Практичні заняття. Методи кількісного аналізу продуктів метаболізму нуклеїнових кислот в біологічних рідинах із використанням фотометричних методів.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Модульний контроль 1.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

Змістовий модуль 2. Біохімія органів і систем організму людини

ТЕМА 1. Фізико-хімічні та біологічні властивості крові

Лекційні заняття.

Функції крові, транспорт газів кров'ю. Газообмін в легенях та перенесення газів кров'ю. Буферні системи організму. Біохімія та патобіохімія гемоглобіну. Біохімія жовчних пігментів. Жовтяниці. Кількісне визначення білірубину та його фракцій у сироватці крові. Кислотно-основний стан. Буферні системи крові. Біохімія згортальної і фібринолітичної систем крові.

Практичні заняття.

Методи дослідження цільної крові: гемоцитограма, мікроскопія, морфологічна оцінка клітин крові. Гемоглобін і його сполуки.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 2. Біохімічні та фізіологічні функції води в організмі людини.

Лекційні заняття.

Біохімічні функції мінеральних елементів та електролітів. Регуляція та порушення обміну води та електролітів в організмі людини. Функція нирок, механізми сечоутворення. Біохімія сечі в нормі та при патології. Біохімія нирок і сечі. Фізико-хімічні властивості та хімічний склад сечі в нормі. Біохімічні дослідження сечі.

Практичні заняття.

Оцінювання показників водно-сольового обміну в біологічних рідинах

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 3. Біохімічні функції печінки в організмі.

Лекційні заняття.

Роль печінки в обміні вуглеводів. Роль печінки в обміні ліпідів. Роль печінки в обміні білків. Роль печінки в пігментному обміні. Жовчоутворююча функція печінки. Детоксикаційна функція печінки. Типи реакцій біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних токсинів. Системи кон'югації у печінці для знешкодження токсичних речовин.

Практичні заняття.

Методи оцінки порушень функцій печінки при захворюваннях. Печінкові проби.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій.

ТЕМА 4. Ультроструктура і хімічний склад м'язів.

Лекційні заняття.

Молекулярні механізми м'язового скорочення. Біоенергетика м'язової тканини. Біохімія та патобіохімія сполучної тканини. Особливості біохімічного складу та метаболізму нервової системи. Нейромедіатори. Рецептори для нейромедіаторів і фізіологічно активних сполук. Нейрохімічні механізми дії психотропних засобів.

Практичні заняття.

Оцінка лабораторних маркерів сполучної тканини та порушення функції м'язів. Ізоферменти.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

ТЕМА 5. Приклади аналітичних методів досліджень в біохімії.

Лекційні заняття.

Фотометрія, кінетичні дослідження, хроматографія, дослідження із використанням іонселективних електродів, принципи дозування, центрифугування. Гематологічні дослідження, використання методів відбиткової фотометрії. Основи статистичного аналізу в лабораторній медицині. Забезпечення якості лабораторних досліджень

Практичні заняття.

Метод центрифугування в медичних дослідженнях.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

Модульний контроль.

Самостійна робота: підготовка до модульної контрольної роботи.

5. Індивідуальні завдання

Примітка - індивідуальні завдання не передбачені навчальним планом.

6. Методи навчання

Студентоцентроване навчання. Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекція), практичного матеріалу (практичних занять, розрахункових робіт); робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів). Технологія дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Усне опитування, захист практичних робіт, модульний контроль, підсумковий контроль, іспит.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0...38	1	0...38
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0...4	7	0...28
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох питань. Приклади запитань наведені нижче.

1. Газообмін в легенях та перенесення газів кров'ю.
2. Роль печінки в пігментному обміні.
3. Кислотно-основна рівновага в біологічних системах.

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Виставляється, якщо студент відпрацював та захистив всі практичні заняття та реферат, засвоїв основні поняттями навчального матеріалу, може самостійно відтворити значну частину навчального матеріалу і робити певні узагальнення, ознайомився з основною літературою, рекомендованою програмою, вміє виконувати навчальні завдання, передбачені програмою.

Добре (75 - 89). Виставляється, якщо студент відпрацював та захистив всі практичні заняття, вільно володіє навчальним матеріалом, вміє застосовувати вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, узагальнювати та систематизувати навчальну інформацію, самостійно виконує передбачені програмою навчальні знання, самостійно знаходить і виправляє допущені помилки, може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання навчального завдання.

Відмінно (90-100). Виставляється, якщо студент відпрацював та захистив всі практичні заняття, його знання, вміння і навички повністю відповідають вимогам програми, володіє глибокими, міцними знаннями, самостійно визначає проміжні цілі і вміє планувати особисту навчальну діяльність, оцінювати результати власної практичної роботи, вміє знаходити додаткову інформацію та самостійно використовує її для реалізації поставлених перед ним навчальних цілей, судження його логічні і достатньо обґрунтовані, засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності, вміє вільно використовувати сучасні програмні засоби для поповнення власних знань та розв'язування задач

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки,

вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenty/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

Навчальні посібники:

1. Біохімія: Підручник / За ред. М. Є. Кучеренко, Р. П. Виноградова та ін. – К.: Либідь, 1995.
2. Гонський Я.І., Максимчук Т.П. Біохімія людини: Підручник – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 736 с.
3. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник – Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 508 с
4. Фізіологія системи крові: навчально-методичний посібник для студентів / Міщенко І.В., Павленко Г.П., Коковська О.В. – Полтава, 2019.- 210 с.
5. Біохімія та основи біохімії рухової активності : навч. посіб. / Юрій Борецький, Марія Сибіль, Ірина Гложик, І Володимир Трач|. - Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2022.-292 с

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <http://k502.khai.edu>; <https://mentor.khai.edu/>

11. Рекомендована література

Базова

1. Клінічна оцінка лабораторних досліджень в кардіології та ревматології /Кривенко В.І., Пахомова С.П., Грінченко Т.Ю., Качан І.С - Запоріжжя, ЗДМУ, 2015. .- 210 с
2. Кучеренко М. Є., Войцицький В. М., Бабенюк Ю. Д. Біохімія: Практикум. – К.: Либідь, 1995.
3. Ленінджер А. Основи біохімії. М.: Мир. В 3 т. – 1985.
7. Мецлер Д. Біохімія. М.: Мир. В 3 т. – 1980.
4. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник – Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 508 с
5. Клінічна оцінка лабораторних досліджень в кардіології та ревматології /Кривенко В.І., Пахомова С.П., Грінченко Т.Ю., Качан І.С - Запоріжжя, ЗДМУ, 2015. .- 210 с
6. Маррі Р., Греннер Д., Мейес Б., Родуэлл В. Біохімія людини. М.: Мир. В 3 т. – 1993.

Допоміжна література

1. Миронович, Л. М. Біоорганічна хімія (скорочений курс) [Текст]: навч. посіб. / Л. М. Миронович. — К. : Каравела, 2008. — 184 с.
2. Біологічна і біоорганічна хімія : у 2 кн.: підручник. Кн. 2. Біологічна хімія / Ю.І. Губський, І.В. Ніженковська, М.М. Корда та ін.; за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. – 3-є вид. – К.: ВСВ “Медицина”, 2021. – 544 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека НАУ «ХАІ» <http://Library.khai.edu>
2. Сайт кафедри <http://k502.khai.edu>
3. Biotechnology and Applied Biochemistry
<https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/journal/14708744>