

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
Природничо-географічний факультет
Кафедра хімії, екології та методики їх навчання

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

В. о. завідувача кафедри
Наталія ГОРБАТЮК



"28" серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК.12 Біоорганічна хімія
Галузь знань **10 Природничі науки**
Спеціальність **101 Екологія**
Освітня програма **Екологія**

Робоча програма «Біоорганічна хімія» для здобувачів вищої освіти спеціальності **101**
Екологія

Розробники:


Галушко С. М. – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, екології та методики їх навчання

Кормош Ж. О. – кандидат хімічних наук, професор кафедри хімії, екології та методики їх навчання

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри хімії, екології та методики їх навчання

Протокол № 1 від “28” серпня 2023 року

В. о. завідувача кафедри хімії, екології та методики їх навчання



(підпис)

Наталія ГОРБАТЮК

(прізвище та ініціали)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії природничо-географічного факультету

Протокол № 1 від “29” серпня 2023 року

Голова науково-методичної комісії природничо-географічного факультету



(підпис)

Інна РОЖІ

(прізвище та ініціали)

Пролонговано:

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПІБ)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	заочна
Вид дисципліни (обов'язкова чи вибіркова)	Обов'язкова	
Мова викладання, навчання та оцінювання	Українська	
Загальний обсяг у кредитах ЄКТС / годинах	4/120	
Курс	1	
Семестр	2	
Кількість змістових модулів із розподілом:	2	
Обсяг кредитів	4	
Обсяг годин, у тому числі:	120	
Аудиторні:	60	
Лекційні	24	
Семінарські / Практичні	-	
Лабораторні	36	
Самостійна робота	30	
Індивідуальні завдання	30	
Форма семестрового контролю	Екзамен	

2. Мета й завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у здобувачів вищої освіти знань про особливості структури і функціонування біомолекул та хімічні основи життєдіяльності організмів.

Основні завдання:

- засвоєння та глибоке розуміння фізико-хімічної суті природних явищ;
- подальше формування у здобувачів вищої освіти базових знань з теорії будови біоорганічних сполук, теорії направлених валентностей, теорій електронних зміщень, класифікації та номенклатури органічних сполук;
- поглиблення знань здобувачів вищої освіти взаємозв'язку властивостей органічних сполук з їх будовою і використанням;
- систематичне ознайомлення здобувачів вищої освіти з найважливішими досягненнями органічної хімії;
- вироблення у здобувачів вищої освіти необхідних умінь і навиків роботи з органічними речовинами та ідентифікації окремих класів речовин.

3. Компетентності та програмні результати навчання за ОП

Компетентності за ОП:

К01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

К10. Навички міжособистісної взаємодії.

Програмні результатами навчання за ОП:

ПР02. Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.

ПР03. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПР13. Уміти формувати ефективні комунікаційні стратегії з метою донесення ідей, проблем, рішень та власного досвіду в сфері екології.

ПР18. Поєднувати навички самостійної та командної роботи задля отримання результату з акцентом на професійну сумлінність та відповідальність за прийняття рішень.

ПР22. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій щодо

збереження довкілля.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи будови та реакційної здатності органічних сполук

Тема 1. Вступ. Історичний нарис розвитку біоорганічної хімії

Предмет біоорганічної хімії. Унікальні властивості Карбону, що є причиною розгляду його сполук в окремій галузі хімії. Різноманітність класів і безмежне число біоорганічних сполук. Джерела органічної сировини. Методи вилучення, очищення та ідентифікації органічних сполук. Принципи кількісного елементного аналізу, визначення молекулярної формули сполуки.

Природа хімічного зв'язку

Типи хімічних зв'язків (йонний, ковалентний, водневий). Квантово-механічні уявлення (форми атомних орбіталей, концепція гібридизації атомних орбіталей). Електронні уявлення в органічній хімії. Прояв характеристичності та адитивності властивостей атомів і зв'язків. Атомні орбіталі. Гібридні атомні і молекулярні орбіталі. Кон'югація (спряження) як взаємодія зв'язків і атомів.

Взаємний вплив атомів у молекулі

Дві групи характеристик електронної будови: енергетичні і зв'язані з розподілом електронної густини. Енергетичні характеристики: енергія зв'язку, потенціал йонізації, спорідненість до електрона, повна енергія утворення молекули, потенціальна поверхня молекули. Характеристики, пов'язані з розподілом електронної густини: полярність зв'язку, ефективний заряд на атомі, дипольний момент окремих зв'язків і молекули в цілому, спінова густина. Індуктивний і мезомерний ефекти, способи їх позначення.

Тема 2. Просторова будова та ізомерія органічних сполук

Типи хімічних формул: емпіричні, структурні, скорочені, брутто-формули, формули просторової будови. Структурні формули як засіб відображення будови органічних сполук. Структурна ізомерія та її різновиди. Просторова ізомерія. Енантіомерія. Елементи симетрії. Елементи стереохімії і оптична ізомерія органічних сполук. Хіральність молекул. Асиметричний атом Карбону. D,L- і R,S-номенклатури. Проекційні формули. Енантіомери і рацемати. Конфігураційні ряди. Номенклатура. Сполуки з двома асиметричними атомами Карбону, діастереомери, еритро- і трео-форми, мезо-форми. Геометрична ізомерія. Конформаційна ізомерія. Молекулярні моделі. Комп'ютерні програми для візуалізації хімічних структур (Nureg Chem).

Механізми органічних реакцій

Природа, утворення і стабільність проміжних частинок. Карбокатиони. Карб-аніони.

Вільні радикали. Карбони. Іон-радикали. Електрофільні і нуклеофільні реагенти. Типи органічних реакцій. Визначення будови органічних сполук. Хімічні методи. Фізичні методи. Спектральні методи.

Класифікація і номенклатура органічних сполук

Номенклатура в органічній хімії як засіб позначення хімічних сполук і реакцій.

Номенклатура тривіальна, радикально-функціональна, систематична (номенклатура IUPAC).

Значення теорії будови для розвитку органічного синтезу. Комп'ютерні програми для побудови систематичних назв органічних сполук (AUTONOM, NAME).

Змістовий модуль 2. Амінокислоти та пептиди. Ферменти і коферменти. обмін амінокислот в організмі

Тема 3. α -Амінокислоти - структурні компоненти пептидів та білків

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 4. 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 (карбоксипептидази) 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 містків в пептидному ланцюзі та їх розщеплення. Будова гемоглобіну та його роль в організмі.

Тема 5. Ферменти. Коферменти

Ензимологія. Роль ферментів у явищах життєдіяльності. Ферменти - біокатализатори. 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. Тіамініпрофосфат. Біотин. Вітамін B12.

Теми 6. 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.

Змістовий модуль 3. Вуглеводи. нуклеїнові кислоти. жири. низькомолекулярні регулятори біохімічних процесів

Тема 7. 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 5 полісахариди рослинного і тваринного походження, їх роль в природі. Обмін вуглеводів. Анаеробне перетворення вуглеводів. Аеробне перетворення вуглеводів. Поняття про фотосинтез.

Тема 8. 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 Чаргафа. Структури ДНК та РНК (рибосомна, транспортна, матрична). Гіпотеза Уотсона-Кріка. Молекулярні механізми передачі інформації.

Тема 9. 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 10. 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.

Змістовий модуль 4. Гетероциклічні сполуки

Тема 11. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом (фуран, тіофен, пірол)

Загальні уявлення і класифікація гетероциклів.

П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом (фуран, тіофен, пірол). Загальні методи синтезу і взаємоперетворень (Юр'єв). Залежність ступеня ароматичності від природи гетероатома і його вплив на особливості взаємодії гетероциклу з електрофілами. Індол та його похідні. Методи побудови індольного ядра, що ґрунтуються на використанні ароматичних амінів і арилгідразонів (реакція Фішера). П'ятичленні гетероцикли з атомами Нітрогену, Оксигену і Сульфуру. Піразол, імідазол, триазолі, тетразол; оксазол, тіазол; найважливіші методи синтезу, уявлення про електронну будову, ароматичність і хімічні властивості.

Тема 12. Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин та його гомологи Номенклатура та ізомерія похідних. Ароматичність і основність піридинового циклу. Відношення піридину та його гомологів до окисників. Гідрування піридинового ядра. Вплив гетероатома на реакційну здатність піридинового циклу в цілому і його

окремих положень. Реакції електрофільного заміщення в ядрі піридину та його N-оксиду. Реакції нуклеофільного заміщення гідрогену (реакція Чичибабіна) і атомів галогену.

Активність метильної групи залежно від її розташування у піридиновому ядрі.

Хінолін і його найпростіші похідні. Окиснення хіноліну. Уявлення про природні сполуки, лікарські засоби і барвники - похідні піридину.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	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
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Основи будови та реакційної здатності органічних сполук												
Тема 1. Вступ. Історичний нарис Розвитку органічної хімії. Природа хімічного зв'язку. Взаємний впливатоміву молекулі	8	2		4		2						
Тема 2. Просторова будова та Ізомерія органічних сполук. Механізми органічних реакцій. Класифікація і	10	2		4		4						

номенклатура органічнихсполук												
Разом за змістовим модулем 1	18	4		8		6						
Змістовий модуль 2. Амінокислоти та пептиди. Ферменти і коферменти. обмін амінокислот в організмі												
Тема 3 α-Амінокислоти - структурні компоненти пептидів та білків.	8	2		4		2						
Тема 4. Білки і пептиди.	8	2		4		2						
Тема 5. Ферменти. Коферменти.	8	2		4		2						
Теми 6. Обмін білків та амінокислот.	4	2				2						
Разом за змістовим модулем 2	28	8		12		8						
Змістовий модуль 3. Вуглеводи, нуклеїнові кислоти, жири, низькомолекулярні регулятори біохімічних процесів												
Тема 7. Вуглеводи. Обмін вуглеводів.	6	2		2		2						
Тема 8. Нуклеїнові кислоти.	6	2		2		2						
Тема 9. Ліпіди. Метаболізм ліпідів.	6	2		2		2						
Тема 10. Терпени. Алкалоїди. Антибіотики.	6	2		2		2						
Разом за змістовим модулем 3	24	8		8		8						
Змістовий модуль 4. Гетероциклічні сполуки												
Тема 11 П'ятичленні гетероцикли з одним гетеро атомом.	10	2		4		4						
Тема12.Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом	10	2		4		4						
Разом за змістовим модулем 4	20	4		8		8						
Усього годин	90	24		36		30						
Модуль 2												
ІНДЗ	30					30						
Усього годин	120	24		36		30						

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Хімічний зв'язок і взаємний вплив атомів в органічних сполуках.	8	

	Просторова будова молекул. Ізомерія органічних сполук. Механізми органічних реакцій. Класифікація та номенклатура органічних сполук		
2.	Амінокислоти	4	
3.	Білки	4	
4.	Ферменти	4	
5.	Вуглеводи (моносахариди)	2	
6.	Вуглеводи (полісахариди)	2	
7.	Ліпіди	4	
8.	Вітаміни	4	
9.	П'ятичленні та шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом.	4	

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Основні поняття електронної і просторової будови молекул. Наближені математичні методи оцінки електронної будови молекул: метод молекулярних орбіталей (МО ЛКАО), метод валентних зв'язків (ВЗ), теорія резонансу тощо. Молекулярні орбіталі, способи їх зображення: - і -зв'язки; локалізовані і делокалізовані МО.	4	
2.	Джерела органічної сировини. Методи вилучення, очищення та ідентифікації органічних сполук.	4	
3.	Методи синтезу амінокислот, їх класифікація. Використання амінокислот в медицині. Оптична ізомерія α -амінокислот. Асиметричний синтез амінокислот.	4	
4.	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	2	
5.	Трансляція генетичного коду. Поняття про генну інженерію.	2	
6.	Біологічно важливі терпени. Біосинтез стероїдів із ізопрену. Біологічно важливі стероїди.	2	
7.	Методи виділення білків з біологічного матеріалу. Способи Очищення білків: електрофорез, хроматографія, кристалізація, діаліз.	2	
8.	Участь вітамінів і гормонів у фосфорно-кальцієвому обміні Імунодепресанти і імуностимулятори.	2	
9.	Локалізація ферментів у клітині. Добування й використання ферментів у медицині, ветеринарії та зоотехнії	2	
10.	Мікроелементи та вітаміни – життєво необхідні нутрієнти їжі.	2	
11.	Біотехнологія та її місце в науково-технічному прогресі.	2	
12.	О. М. Бах – видатний український біохімік, автор теорії біологічного окислення.	2	

8. Індивідуальні завдання

1. За наведеною нижче хімічною назвою напишіть структуру та дайте повну

емпіричну і скорочену назву амінокислот: α -амінопропіонова кислота; α -амінооцтова кислота; α -аміно- β -оксипропіонова кислота; α -аміно- β -тіопропіонова кислота; α -аміно- β -оксимасяна кислота; α -аміно- γ -метилтіомасянакислота.

2. За наведеною нижче хімічною назвою напишіть структуру та дайте повну емпіричну і скорочену назву амінокислот: α -аміноглутарова кислота; γ -амід аспарагінової кислоти; σ -амід глутамінової кислоти; α -аміно- β -гуанідинвалеріанова кислота; α - ϵ -діамінокапронова кислота.

3. Визначте, у чому полягає подібність і відмінність будови і властивостей наведених АК: аланіну, глутамінової кислоти, аргініну, фенілаланіну і триптофану.

4. Назвіть протеїногенні АК, що не мають заряду (нейтральні), поділіть їх на дві підгрупи в залежності від спорідненості радикалів до води (полярності).

5. Напишіть формулу трипептиду $\text{NH}_2\text{глу-фен-три-COOH}$.

6. Напишіть формулу тетрапептиду $\text{NH}_2\text{мет-лей-арг-глі-COOH}$.

7. Напишіть формулу пентапептиду $\text{NH}_2\text{ала-сер-лей-три-аспCOOH}$, назвіть N-кінцеву та C-кінцеву АК. Визначіть значення заряду кожного з названих вищепептидів.

8. Як зміняться фізико-хімічні властивості яєчного білка (за своєю хімічною природою це кислий білок), якщо до його розчину додати: а) 10 %-вий розчин оцтової кислоти; б) 1 %-вий розчин оцтової кислоти; в) 10 %-вий розчин натрію гідроксиду; г) ацетон; г) концентровану нітратну кислоту.

9. До розчину додають: а) 30 %-вий розчин натрію гідроксиду; б) концентровану сульфатну кислоту; в) етанол; г) насичений розчин — натрію сульфату. В якому з цих випадків осадження білка буде носити взаємно зворотний і в якому — незворотний характер?

10. Скласти формули триолеїну, стеародипальмітину, пальмітоди-стеарину.

11. До складу тригліцеридів входить стеаринова і олеїнова кислоти. Скласти всі можливі формули жирів і назвати їх.

12. Скласти рівняння реакцій: а) гідрування триолеїну; б) гідрування дипальмітоолеїну; в) омилення тристеарину їдким натром; г) омилення дипальмітостеарину їдким калієм; д) гідролізу пальмітостеароолеїну

9. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний (лекція, пояснення, бесіда, розповідь, інструктаж); Репродуктивний метод (лабораторні заняття, розв'язування завдань).

Дослідницький метод (проводиться аналіз матеріалу, постановки проблем і завдань і короткого усного або письмового інструктажу здобувачів вищої освіти; самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри й виконують інші дії пошукового характеру).

10. Методи контролю

У процесі контролю рівня засвоєння знань, умінь, навичок здобувачів вищої освіти з дисципліни «Біоорганічна хімія» використовуються методи: усний контроль, тестовий контроль, самоконтроль, метод практичної перевірки.

Методи усної перевірки – поточний контроль – виступ, обґрунтування і аналіз схем, таблиць. Методи практичної перевірки – поточний – проведення лабораторного дослідження, виконання індивідуальних завдань, контрольні роботи, тестування

Методи письмової перевірки – підсумковий контроль – іспит.

11. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточний контроль здійснюється на кожному занятті відповідно конкретним цілям, а також під час індивідуальної роботи викладача зі здобувачем вищої освіти для тих тем, які здобувач вищої освіти опрацює самостійно і вони не входять до структури лабораторного заняття. Використовується стандартизована форма контролю теоретичної та

практичної підготовки здобувачів вищої освіти, яка включає усне усний контроль, тестовий контроль, проведення лабораторного дослідження, контрольні роботи, тестування.

Оцінка практичної підготовки здобувачів вищої освіти – за результатом виконання практичної частини – оформлюється у вигляді звіту. Максимальна кількість балів за теми становить 80 балів: (Т.1-Т.2 – 10 балів; Т.3-Т.6 – 5 балів; Т.7-Т.10 – 5 балів; Т.11-Т.12 – 10 балів).

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ) полягає у розв’язанні задач з біоорганічної хімії. Максимальна оцінка за індивідуальне навчально-дослідне завдання дорівнює 10 балів.

Підсумковий контроль здійснюється по завершенню вивчення дисципліни у формі екзамену. До іспиту допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали всі види робіт, передбачені навчальною програмою, та при вивченні дисципліни набрали кількість балів, не меншу за мінімальну.

Форма проведення екзамену є стандартизованою і включає контроль теоретичної і практичної підготовки. Екзамен проводиться під час екзаменаційної сесії згідно розкладу і включає: 50 тестів, які оцінюються по 0,2 бали (50 хвилин). Максимальна кількість балів, яку може набрати здобувач вищої освіти при складанні екзамену становить 10 балів.

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Модуль 1												Модуль 2	Підсумк. контроль	Сума
ЗМ 1		ЗМ 2				ЗМ 3				ЗМ 4				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	ІНДЗ		
10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	100

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка в ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
75–81	C		
69–74	D	задовільно	
60–68	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
1–34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

13. Рекомендована література

Основна

1. Біологічна хімія: підруч. [для студ. вищ. навч. закл. / Л.М. Вороніна, В.Ф. Десенко, Н.М. Мадієвська та ін.. Харків: Основа, 2000. 678с.
2. Біологічна хімія: підручник / Н. Г. Марінцова, Л. Р. Журахівська, І. І. Губицька, Л. Д. Болібрux, М. С. Курка, В. П. Новіков. Львів: Нац. ун-т "Львів. політехніка", 2009. 324 с.
3. Ганущак М.І., Карп’як В.В. Хімія гетероциклічних сполук у запитаннях та відповідях. Львів, 2007. 362с.
4. Губський Ю. І. Біоорганічна хімія. Київ-Вінниця: «НОВА КНИГА», 2007. 432 с.
5. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук. Львів: Інтелект-Захід, 2004. 558с.

6. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2001. 864с.
7. Марінцова Н. Г. Біологічна хімія. Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2013. 333с.
8. Столяр О.Б. Біологічна хімія. Київ : КНТ, 2015. 367с.

Допоміжна

1. Біологічна хімія: з біохімічними методами дослідження / Кол. авт.: Склярів О.Я., Фартушок Н.В., Сойка Л.Д. Київ: Медицина, 2009. 351с.
2. Будова і реакційна здатність органічних сполук / [Ганущак М.І., Кириченко В.І., Клим М.І., Обущак М.Д.]. Київ: НМК ВО, 1992. 216с.
3. Вороніна Л.М. Лабораторні та семінарські заняття з біологічної хімії / Л.М. Вороніна, В.Ф. Десенко, А.Л.Загайко. Харків: Оригінал, 2004. 1 електрон. опт. диск. (CD-R). http://udru.org/ua/library_files/6347_01.pgф.
4. Практикум з біологічної хімії / Під. ред. Г.Ф. Жегунова. Харків: Бурун і К, 2014. 303с.
5. Сучасна термінологія та номенклатура органічних сполук / [Толмачова В.С., Ковтун О.М., Корнілов М.Ю., Гордієнко О.В., Василенко С.В.]. Тернопіль: Навчальна книга, 2008. 172с.

14. Інформаційні ресурси

1. <http://ekniga.com.ua>– інформаційно-пошукова система-каталог з електронної літератури: книжки, довідники, словники, енциклопедії, підручники і т.д.
2. <http://lib.com.ua>– сайт електронної бібліотеки.
3. <http://nduv.gov.ua>- бібліотека ім. В. І.Вернадського.
<http://nuph.edu.ua>- науковий журнал "Журнал органічної та фармацевтичної хімії".
4. https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmd/ranskij_organ_himiya_ekolog/1.3.4.html- електронний посібник «Органічна хімія та екологія».