

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника »

Кафедра неорганічної та фізичної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор _____.

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ВС.15 Біоорганічна хімії

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки _____ **6.040101 – хімія** _____
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність _____
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____
(назва спеціалізації)

інститут, факультет _____ **Інститут природничих наук** _____
(назва інституту, факультету)

Івано-Франківськ – 2013 рік

Робоча програма Біоорганічна хімія
(назва навчальної дисципліни)
для студентів за напрямом підготовки 6.040101 – хімія,
спеціальністю „30” січня 2013 р. – 13 с.

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)
Тарас Т.М., доцент кафедри неорганічної і фізичної хімії, к.х.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри неорганічної і фізичної хімії

Протокол від “30” січня 2013 р. № 1

Завідувач кафедри
Неорганічної та фізичної хімії _____ (Сіренко Г.О.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ _____ ” _____ 20__ р.

Схвалено методичною комісією факультету, інституту.
Протокол від “ _____ ” _____ 20__ р. № _____

“ _____ ” _____ 20__ р.
Голова _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

імені Василя Стефаника, 2013 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 2/1,5	Галузь знань <i>0401 Природничі науки</i>	За вибором	
	Напрямок підготовки <u>6.04010101</u> (шифр і назва)		
Модулів – 1	Спеціальність (професійне спрямування):	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин –72		5-й	5-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента–5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <i>бакалавр</i>	16 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		18год.	6год.
		Самостійна робота	
		38 год.	62 год.
Індивідуальні завдання: ___ год.			
Вид контролю: екзамен			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –34/38

для заочної форми навчання – 10/62

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є: формування системних знань про закономірності хімічної поведінки основних класів біологічних молекул у взаємозв'язку з їх будовою для використання набутих знань як основу під час вивчення процесів, що відбуваються у живому організмі. Біоорганічна хімія є

галузь науки, що вивчає будову та механізм функціонування біологічно активних молекул у відповідності до законів органічної хімії.

Завдання навчальної дисципліни: в процесі вивчення дисципліни відбувається формування розуміння ролі біологічних молекул в якості структурно-функціональних учасників хімічних процесів, що відбуваються у живих організмах.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

Знати:

- закономірності хімічної будови основних класів біомолекул;
- хімічні та біологічні властивості основних класів біомолекул;
- взаємозв'язок між будовою, властивостями і функціями біологічних молекул; методи виділення, очистки та ідентифікації;
- складні інтеграційні процеси, що відбуваються на молекулярному рівні у біологічних об'єктах;
- виділяти функціональні групи, кислотні і основні центри, спряжені ароматичні фрагменти в молекулах для визначення поведінки біоорганічних сполук;
- знати принципи встановлення структури біоорганічних молекул, методи їх хімічної модифікації;
- короткі історичні відомості про розвиток біоорганічної хімії і роль українських вчених у розвитку даної науки.
- новітні наукові та практичні досягнення в галузі біологічної хімії

Вміти:

- характеризувати кожний клас біоорганічних молекул з точки зору хімічної будови і біологічних функцій;
- пояснювати та узагальнювати зв'язок між будовою та біологічною роллю основних класів біологічних молекул;
- підготувати і провести хімічний експеримент з виділення, ідентифікації та вивченню основних біологічних молекул;
- здійснити підбір біохімічних методів і провести дослідження основних класів біологічних молекул;
- проводити обробку результатів експерименту і оцінювати їх у порівнянні з літературними даними;
- прогнозувати поведінку біоорганічних молекул та напрямок хімічного перетворення біоорганічних молекул в залежності від умов реакції;
- використовувати довідникову, учбову і наукову літературу, вести пошук і робити узагальнюючі висновки.

Володіти:

- знаннями про основні біохімічні закони та їх використання;
- проведенням якісних реакцій на функціональні і структурні фрагменти групи з поясненням візуальних спостережень.

Місце дисципліни в структурі ОПП: «Біоорганічна хімія» є фундаментальною дисципліною, яка є базовою частиною професійного циклу.

Учбова дисципліна «Біоорганічна хімія» базується на дисциплінах «Загальна та неорганічна хімія», «Аналітична хімія», «Фізика», «Органічна хімія», «Фізична хімія», з іншого боку є фундаментом для наступних дисциплін загально професійного спрямування таких як «Медична хімія», «Фармацевтична хімія», «Хімія природних сполук». Необхідні знання про електронну будову хімічних сполук, типи хімічних взаємодій, кислотно-основні перетворення, ізомерію органічних сполук.

Вимоги до вихідних знань:

- класи органічних сполук та функціональні групи, що визначають належність до різних класів;
- структурна ізомерія і структурні формули;
- типи зв'язків в органічних молекулах;
- хімічні реакції, що доводять належність органічних речовин до певного класу.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи будови та реакційної здатності біоорганічних сполук

Тема 1. Вступ

Предмет біоорганічної хімії, її задачі, її місце в системі природничих наук. Коротка історія біологічної хімії, роль вітчизняних вчених у її розвитку. Хімічний склад живих організмів. Функції живого організму. Біомолекули, їх функції, типи зв'язків у біомолекулах. Розподіл хімічних елементів у біомолекулах.

Тема 2. Теоретичні основи будови біоорганічних сполук

Просторова будова органічних молекул. Конформація і конфігурація. Енергетична характеристика конформаційних станів: затінена, скошена і загальмована конформації. Конформації (крісло, ванна) циклічних сполук. Стереохімічна номенклатура: R, S, D, L-системи. Хіральної і ахіральної молекули. Стереоізомери. Зв'язок стереохімічної будови з біологічною активністю біоорганічних молекул.

Тема 3. Загальні закономірності реакційної здатності біоорганічних сполук

Класифікація органічних реакцій за результатом (заміщення, приєднання, елімінування, перегрупування, окисно-відновні) і за механізмом (радикальні, йонні). Взаємний вплив атомів і способи передачі його в молекулах органічних сполук, спряження. Кислотність і основність органічних сполук. Водневий зв'язок і його значення у формуванні надмолекулярних структур в живих організмах.

Реакції нуклеофільного заміщення. Біологічна роль реакцій алкілювання, ацилювання. Ацилфосфати і ацилкофермент А – природні макроенергетичні ацилюючі агенти. Реакції нуклеофільного приєднання. Утворення і гідроліз амінів як основа піридоксалевого каталізу. Реакції альдольного приєднання. Альдольне розчеплення, як реакція зворотняльдольному приєднанню. Біологічне значення цих процесів. Реакції за участю кофермента А, як шлях утворення зв'язку карбон – карбон.

Реакції окислення і відновлення органічних сполук. Поняття про перенос гідрид-іону в хімізмі дії системи НАД⁺ - НАДН і одноелектронним переносі і хімізмі дії системи ФАД – ФАДН₂.

Змістовий модуль 2. Полі- і гетерофункціональні біоорганічні сполуки

Тема 4. Амінокислоти і білки

Амінокислоти – структурні елементи білка. Класифікація амінокислот. Номенклатура амінокислот. Стереохімія амінокислот. Кислотно-основні властивості амінокислот. Основні біосинтетичні реакції амінокислот та шляхи їх метаболічних перетворень. Якісні реакції на амінокислоти. Способи визначення амінокислотної послідовності білка.

Розповсюдженість у природі білкових молекул. Вміст білків в органах та тканинах тварин. Функції білків. Класифікація білків. Фізико-хімічні властивості білків, методи їх виділення, очищення і вивчення. Хімічна будова білка.

Пептидний зв'язок, будова, властивості. Структурна організація білкової молекули. Первинна, вторинна, третинна, четвертинна і доменна структура білка. Зв'язки, що стабілізують білкову молекулу і визначають її структуру. Денатурація білка.

Тема 5. Нуклеїнові кислоти.

Відкриття нуклеїнових кислот та їх біологічна роль. Будова нуклеїнових кислот. Структура нуклеозидів і нуклеотидів. Гетероциклічні основи. Піримидини і пурини. Номенклатура. Таутомерія. Вуглеводневі компоненти нуклеозидів. Конфігурація глікозидного центру. Номенклатура нуклеозидів. Мінорні компоненти нуклеїнових кислот. Нуклеодити, як

структурні компоненти нуклеїнових кислот. Будова полінуклеотидного ланцюгу. Основні типи нуклеїнових кислот.

Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК). Структура ДНК. Номенклатура, скорочені формули і скорочене позначення. Первинна структура ДНК. Природа міжнуклеотидних зв'язків, основні типи не ковалентних зв'язків. Просторова структура ДНК, принцип компліментарності та його біологічна роль. Фізико-хімічні властивості ДНК. Денатурація ДНК.

Рибонуклеїнова кислота (РНК). Структура, властивості і функції основних класів РНК. Первинна структура РНК. Просторова структура РНК. Загальні та відмінні риси у структурі ДНК і РНК. Функції РНК у синтезі білка. Програмування первинної структури білка у первинній структурі інформаційній РНК (месенджер РНК або мРНК). Активація амінокислот: тРНК та аміноацетил-тРНК-синтетази.

Тема 6. Вуглеводи

Біологічна роль вуглеводів. Функції вуглеводів. Класифікація вуглеводів та їх номенклатура. Стереοізомерія, хіральний центр, енантіомери, діастереомери, проєкційні формули Фішера, номенклатура ізомерів, конформації молекул.

Моносахариди. Класифікація, номенклатура. Фізико-хімічні властивості моносахаридів. Хімічні реакції моносахаридів, реакції напівацетального гідроксилу, реакції гідроксильних груп, реакції по карбонільній групі. Окремі представники моносахаридів, їх розповсюдженість у природі. Дисахариди. Глікозидний зв'язок. Глікозиди. Олігосахариди.

Полісахариди. Класифікація. Гомополісахариди: крохмаль, глікоген, целюлоза, декстрини, хітин, інулін, пектинові речовини, їх будова, властивості, біологічні функції. Гетерополісахариди – протеоглікани: гепарин, гіалуронова кислота, хондроїтинсульфат, мурамін, їх будова, властивості, біологічні функції. Глікопротеїди.

Тема 7. Ліпіди та ліпідоподібні речовини

Біологічна роль ліпідів. Класифікація, номенклатура і визначення ліпідів. Структура, властивості і розповсюдження у природі.

Неомиляемі ліпіди. Жирні кислоти, їх класифікація, скорочені позначення, властивості, біологічні функції. Стероїди, класифікація, біологічні функції, окремі представники. Терпени і ізопреноїди. Правило Ружички. Ейкозаноїди.

Омиляємі ліпіди. Воски. Ліпіди, що збудовані на основі гліцерину. Ліпіди, що збудовані на основі сфінгозину. Біологічні мембрани, їх функції та будова.

Тема 8. Низькомолекулярні біоорганічні сполуки

Визначення вітамінів, як важливих біологічно активних речовин. Поняття про авітаміноз, гіповітаміноз, гіпервітаміноз, антивітаміни. Класифікація і номенклатура вітамінів: буквенна, хімічна, фізіологічна. Жиророзчинні вітаміни. Водорозчинні вітаміни.

Алкалоїди. Класифікація алкалоїдів. Розповсюдженість у рослинному світі. Фізико-хімічні властивості алкалоїдів. Застосування алкалоїдів у медицині.

Фенольні сполуки. Визначення і класифікація фенольних сполук. Фізико-хімічні властивості. Розповсюдженість у природі. Медико-біологічне значення. Механізм антиоксидантної і анти радикальної активності фенольних сполук.

Біогенні аміни. Визначення і класифікація. Синтез біогенних амінів. Шляхи метаболізму та біологічна дія біогенних амінів. Застосування і біологічна роль.

Каротиноїди і кумарини. Загальна характеристика. Розповсюдженість у природі. Фізико-хімічні властивості. Застосування у фармакології і медицині.

Органічні кислоти. Стероїди. Фітонциди. Феромони. Антибіотики. Фізико-хімічні властивості. Розповсюдженість у природі. Застосування.

4. 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 біоорганічних сполук												
Тема 1. Вступ	4	2				2	4	2				2
Тема 2. Теоретичні основи будови біоорганічних сполук	12	2				10	20					20
Тема 3. Загальні закономірності реакційної здат-	14	2		2		10	20					20

ності біоорганічних сполук											
Разом за змістовим модулем 1	30	6	2		22	44	2				42
Змістовий модуль 2. Полі- і гетерофункціональні біоорганічні сполуки											
Тема 4. Амінокислоти і білки	8	2	4		2	10	2		4		4
Тема 5. Нуклеїнові кислоти.	4	2			2	4					4
Тема 6. Вуглеводи	10	2	4		4	6			2		4
Тема 7. Ліпіди та ліпідоподібні речовини	10	2	4		4	4					4
Тема 8. Низькомолекулярні біоорганічні сполуки.	10	2	4		4	4					4
Разом за змістовим модулем 2	42	10	16		16	28	2		6		20
Усього годин	72	16	18		38	72	4		6		62

5. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Властивості амінів	2
2	Амінокислоти, як структурні компоненти білкових молекул.	4
3	Вуглеводи: моносахариди, дисахариди, полісахариди	4
4	Ліпіди.	4
5	Карбонові кислоти	4
		18

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Біомолекули, їх функції, типи зв'язків у біомолекулах.	2
2	Просторова будова органічних молекул.	4
3	Стереохімічна номенклатура. Хіральні і ахіральні молекули. Стереоізомери.	6
4	Класифікація органічних реакцій за результатом і за механізмом.	2
5	Кислотність і основність органічних сполук.	2

6	Реакції нуклеофільного заміщення.	4
7	Реакції окислення і відновлення органічних сполук.	2
8	Амінокислоти – структурні елементи білкових молекул	2
9	Будова нуклеїнових кислот	4
10	Вуглеводи	2
11	Хімічні реакції моносахаридів, реакції напівацетального гідроксилу, реакції гідроксильних груп, реакції по карбонільній групі	2
12	Ліпіди і ліпідоподібні речовини	4
13	Вітаміни	2
14	Алкалоїди	2
		38

7. Методи навчання

- інформаційно-рецептивний (словесні, наочні)
- репродуктивний
- проблемний
- частково-пошуковий (евристичний)
- пошуковий (дослідницький)

8. Методи контролю

Під час вивчення курсу «Біоорганічна хімія» використовується рейтингова система оцінювання знань студента. Для контролю засвоєння дисципліни навчальним планом передбачений екзамен. Протягом семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою студента застосовують домашні контрольні роботи, письмові роботи, перевірку конспектів лекційних занять, оцінки за захист лабораторних робіт та перевірку рефератів. Проміжний контроль включає проведення двох модулів у формі тестових завдань, які поєднують питання закритого типу з питаннями відкритого типу з короткою і довгою відповіддю. Модульний контроль проводиться у письмовій формі під час лабораторних занять і включає завдання з одного або декількох розділів лекційного курсу. Екзаменаційний контроль відбувається у письмовій формі за питаннями відкритого типу у період екзаменаційної сесії.

Максимальний бал, який студент може отримати за всіма видами контролю – 100 балів.

Протягом семестру і за проміжними видами контролю студент максимально може отримати 50 балів. Максимальна оцінка за екзамен – 50 балів. В кінці семестру підраховується рейтинг семестру, максимальне значення якого 50 балів. Студент допускається до здачі екзамену якщо він

повністю виконав учбовий план і його рейтинг складає не менше 25 балів. Екзамен вважається зданим, якщо його оцінка не менше 25 балів. Ця оцінка сумується з рейтингом семестру і підраховується загальний рейтинг, який переводиться в оцінку за співвідношенням.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2					50	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
Контрольна робота 15			Контрольна робота 35						

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Рекомендована література

Базова

1. Біохімія: Підручник / М.Є.Кучеренко, Р.П. Виноградова, Ю.Д. Бибенюк та ін. – К.: Либідь, 1995 – 464 с.
2. Боєчко Л.Ф. Основні біохімічні поняття, визначення та терміни: Навч. Посібник. / Л.Ф. Боєчко, Л.О. Боєчко. – К.: Вища школа, 1993. – 528 с.

3. Боєчко Ф.Ф. Біологічнахімія: навч. посібник. – 2-е вид., перероб і допов. / Ф.Ф. Боєчко. – К.: Вищашк., 1995. – 536 с.
4. Гонський Я.І. Біохіміялюдини: Підручник. / Я.І. Гонський, Т.П. Максимчук, М.І. Калинський. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 744 с.
5. Губський Ю.І. Біологічнахімія: Підручник. / Ю.І. Губський – Київ-Винниця НОВА КНИГА, 2009. – 664 с.
6. Гринштейн Дж. Химия аминокислот и пептидов. / Дж. Гринштейн, М. Вениц. Пер. с англ. В.К. Антонова, Э.М. Бамдас, Ю.А. Овчинникова, под ред. М.М. Шемякина. – М.: Мир, 1965. – 821 с.
7. Копильчук Г.П. Біохімія: новч. посібник / П.П. Копильчук, О.М. Волощук, М.М. Марченко. – Чернівці: Рута, 2004. – 224 с.
8. Лендел В.Г. Біоорганічнахімія: навч. посібник. – Вид. друге, перероб та доп. / В.Г. Лендел, І.М. Балог, Н.П. Хрипак та ін. – Ужгород: ВАТ «Патент», 2008. – 360 с.
9. Марінцова Н.Г. Біологічнахімія: Підручник / Н.Г.Марінцова, Л.Р. Журахівська, І.І. Губицька, Л.Д. Болібрех, М.С. Курка, В.П. Новіков. – Львів: Видав. НУ «Львівськаполітехніка», 2009. – 324 с.
- 10.Марченко М.М. Біохіміяінформаційних молекул: навч. посібник. / М.М. Марченко, Г.П. Копильчук. – Чернівці: Видав. Чернівецькогонаціон.унів-ту «Рута», 2003. – 344 с.
- 11.Еколгічнабіохімія: навч. посібник / В.М. Ісаєнко, В.М. Войніцький, Ю.Д. Бабенко та ін. – К.: Книжкове вид-вд НАУ, 2005. – 440 с.....

Допоміжна

1. Березов Т.Т. Биологическая химия: Учебник., изд. 3-е, перераб. и доп. / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 1998. – 704 с.
2. Биологическая химия: учеб.пособие / Н.В. Дуденко, Л.Ф. Павлоцкая, М.В. Кривоносов, Р.И. Кратенко – Х.: Прапор, 1999. – 320 с.
3. Биохимия: Учебник – 2-е изд., испр. / под ред. Е.С. Северина. – М.: ГЭОТАР-МЕД., 2004. – 784 с.
4. Дэвени Т. Аминокислоты, пептиды и белки. / Т. Дэвени, Я. Гергей, пер. с англ. А.Н.Маца, под.ред. Р.С. Незлина – М.: Мир, 1976. – 364 с.
5. Кнорре Д.Г. Биологическая химия: Учеб.для хим., биол. и мед. спец. вузов. – 3-е изд., испр. / Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. – М.: Высш. шк., 2000. – 479 с.
6. Ленинджер А. Основы биохимии: в 3-х т.
Т.1. – М: Мир, 1985. – 367 с.
Т.2. – М.: Мир, 1985 – 368 с.
Т.3. – М.: Мир, 1985. – 320 с.

7. Марри Р. Биохимия человека: В 2-х т. / Р. Марри, Д. Греннер, В. Родуэлл. Т.1 – пер. с англ. В.В. Борисова, Е.В. Дайниченко, под.ред. Л.М. Гиномдана. – М.: Мир., 1993. – 384 с.
Т.2 – пер. с англ. М.Д.Гроздовой, Р.Б. Капнер, А.Л. Остермана, А.С. Серпинской, Л.Г. Тер-Саркисян, под ред. Л.М. Гиномдана, В.И. Кандрора. – М.: Мир, 1993. – 415 с.
8. Страйер Л. Биохимия: в 3-х т. / Л.Страйер.
Т.1. – пер. с англ. М.Д. Гроздовой, под ред. С.Е. Северина. – М.: Мир, 1984. – 232 с.
Т.2. – пер. с англ. Р.Б.Капнер, А.М. Колчинского, под ред. С.Е. Северина. – М.: Мир, 1985. – 312 с.
Т.3 – пер. с англ. М.Д. Гроздовой, А.М. Колчинского, под ред. С.Е. Северина. – М.: Мир, 1985. – 400 с.
9. Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия: учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков. – 4-е изд. стереотип. – М.: Дрофа, 2005. – 542 с.
10. Уайт А. Основы биохимии: В 3-х т. / А. Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Хилл, И. Леман.
Т.1. – Пер. с англ. В.П. Скулачева, Л.М. Гиномдана, Т.В. Марченко; под.ред. Ю.А. Овчинникова. – М.: Мир., 1981. – 534 с.
Т.2. – Пер. с англ. В.П. Скулачева, Л.М. Гиномдана, Т.В. Марченко; под.ред. Ю.А. Овчинникова. – М.: Мир., 1981. – 617 с.
Т.3. – Пер. с англ. Л.М. Гиномдана; под.ред. Ю.А. Овчинникова. – М.: Мир., 1981. – 726 с.
11. Федман Ф.Л. Біохімія: підручник / Ф.Л. Федман. – К.: Вид-во Київського інст-ту, 1961. – 503 с.
12. Щербак И.Г. Биологическая химия: Учебник для мед.вузов./ И.Г.Щербак. – СПб.: Издательство СПбГМУ, 2005 – 480 с.
13. Якубке Х.-Д. Аминокислоты. Пептиды. Белки. / Х.-Д Якубке, Х. Ешкайт, пер. с нем. Н.П. Запеваловой, Е.Е. Максимова, под.ред. Ю.В. Митина. – М.: Мир, 1985 – 82 с.
14. Яковенко А.Ф. Биохимия: учебн. пособие для студ. спец. «Физкультура» пед. ун-тов. Изд. 2-е, перераб и доп. / А.Ф. Яковенко, Б.В. Яковенко. – Сумы: Издательство «Университетская книга», 2001. – 374 с.
15. Branden C. Introduction to Protein Structure, second edition / Carl Branden, John Tooze. – New York.: Garland Publishing, Inc., 1998. – 410 p.
16. Peptides: Chemistry and Biology. / Norbert Sewald, Hans-Dieter Jakubke. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2002. – 543 p.

11. Інформаційні ресурси

1. www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed – вільний доступ до бази наукових даних в галузі біомедичних наук.
2. www.biochemistry.org.ua – офіційний сайт інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України.
3. www.bpci.kiev.ua – офіційний сайт інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України.
4. www.xumuk.ru – статті з біохімії у вільному доступі.
5. www.pereplet.ru/cgi/soros/readdb.cgi – Соросовський освітній журнал – вільний доступ до науково-популярних статей з біохімії, біології та хімії.
6. www.chem.msu.su/rus/ – російський хімічний освітній портал. Ресурс входить до віртуальної системи ChemNet, яка об'єднує велику кількість інформаційних ресурсів з хімії.
7. www.bioorganica.org.ua – наукове видання, що презентує праці з біоорганічної та медичної хімії.