

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ  
КАФЕДРА ХІМІЇ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Декан біологічного  
факультету



Д.О. Омелянчик  
(ініціали та прізвище)

2019 р.

**БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ**  
(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки бакалавра  
(назва освітнього ступеня)

спеціальності 102 Хімія  
(шифр, назва спеціальності)

освітня програма Хімія  
(назва)

**Укладач:** д. б. н., професор Бражко Олександр Анатолійович

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри хімії

Ухвалено науково-методичною  
радою факультету біологічного

Протокол № 1 від «28» 08 2019 р.  
Завідувач кафедри хімії

(підпис)

О.А. Бражко

(ініціали, прізвище)

Протокол № 1 від «30» 08 2019 р.  
Голова науково-методичної ради  
біологічного факультету

(підпис)

Н.М. Притула

(ініціали, прізвище)

2019 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти,	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань <u>10</u> Природничі науки (шифр і назва)	Цикл професійної та практичної підготовки	
Загальна кількість годин – 120	Спеціальність <u>102</u> Хімія (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
	Освітня програма <u>Хімія</u> (назва)	4-й (7 семестр)	-
		<b>Лекції</b>	
Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання: – 4 год	Рівень вищої освіти: <b>бакалаврський</b>	20 год.	-
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		-	-
		<b>Лабораторні</b>	
		20 год.	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		80 год.	-
<b>Вид контролю:</b> екзамен			

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Біологічно активні речовини» (БАР) є засвоєння студентами основних методів виділення, синтезу, властивостей БАР, необхідних для розуміння сучасних хімічних, екологічних, біологічних та медичних проблем. Курс повинен дати уявлення про токсичні властивості біологічно активних речовин, їх медико-біологічне значення, вивчити механізми детоксикації та біодеградації ксенобіотиків, репарації ДНК тощо. Це дасть необхідну базу для подальшого самовдосконалення шляхом самостійної підготовки; здійснення формування професійних компетентностей майбутнього хіміка, лаборанта хімічної лабораторії тощо.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Біологічно активні речовини» є: опанування основних класів БАР, вивчення теоретичних основ отримання біологічно активних речовин; вивчення класичних способів синтезу, виділення та видалення, властивостей різних біологічно активних сполук; встановлення взаємозв'язку між будовою, реакційною здатністю і властивостями БАР в тому об'ємі, який необхідний для подальшого вивчення і розуміння

основних біологічних процесів, які відбуваються на молекулярному рівні, їх впливу на природу, рослини, тваринні організми, людину і навколишнє середовище.

Згідно з вимогами освітньої (освітньо-професійної, освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання (компетентностей):

- ❖ Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).
- ❖ Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК2).
- ❖ Здатність до адаптації та дії в новій ситуації (ЗК4).
- ❖ Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК5).
- ❖ Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів) (ЗК8).
- ❖ Прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК9).
- ❖ Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК10).
- ❖ Здатність бути критичним і самокритичним (ЗК11).
- ❖ Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (СК 1).
- ❖ Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії (СК 4).
- ❖ Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних (СК 5).
- ❖ Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані (СК 8).
- ❖ Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання (СК 9).
- ❖ Розуміння ключових хімічних понять, основних фактів, концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії (СК 12).
- ❖ Вміння застосовувати знання і розуміння для вирішення якісних та кількісних проблем відомої природи (СК 13).

***У результаті вивчення курсу студент повинен знати:***

- правила техніки роботи у хімічній лабораторії;
- основні класи біологічно активних органічних сполук та їх властивості;
- типи хімічних реакцій, які використовують для синтезу біологічно активних речовин;
- особливості роботи приладів, які використовують для дослідження;
- біотехнологічні особливості виділення біологічно активних органічних речовин;
- особливості обробки результатів експерименту;
- механізми детоксикації та біодеградації ксенобіотиків; механізми репарації ДНК тощо.

**У результаті вивчення курсу студент повинен уміти:**

- розв’язувати якісні та кількісні задачі до всіх розділів курсу;
- проводити хімічні експерименти;
- пояснювати явища, закономірності і процеси протікання хімічних та біохімічних процесів;
- використовувати сучасні комп’ютерні технології для досліджень токсичності та властивостей БАР;
- застосовувати знання і навички, отримані під час вивчення курсу для вирішення хіміко-, біотехнологічних та дослідницьких завдань при проходженні спеціалізацій, а також у подальшій трудовій діяльності.

**Міждисциплінарні зв’язки**

Викладання курсу «Біологічно активні речовини» забезпечують дисципліни, які засвоювалися студентами під час навчання при вивченні дисциплін 1-3-го курсу – «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Аналітична хімія», «Фізична хімія», «Біохімія», «Хімічні процеси в живих організмах». Вивчення курсу «Біологічно активні речовини» забезпечує успішність вивчення дисциплін освітнього рівня магістратури і наступних навчальних дисциплін бакалавратури:

1. Фізико-хімічні методи досліджень речовини: знання основних фізичних явищ, хімічних законів та понять, фізико-хімічних властивостей БАР.
2. Основи клінічної біохімії: знання основних властивостей речовин, їх перетворень, медико-біологічної ролі окремих класів та окремих неорганічних і органічних сполук.
3. Шкідливі речовини та їх утилізація: знання властивостей, методів синтезу, біотрансформації та токсичності хімічних молекул.
4. Екотехнологія: знання властивостей, біотрансформації та токсичності ксенобіотиків. Їх вплив на довкілля.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### *Розділ 1. Біологічно активні речовини на основі сполук зі змішаними функціями.*

Тема 1. Загальні поняття про біологічно активні сполуки (БАР) та БАД. Предмет, шляхи розвитку і значення біоорганічної хімії та біологічно активних речовин. Класифікація БАР. Загальна характеристика БАР. Загальна характеристика БАД. Номенклатура в біоорганічній хімії.

Тема 2. Біологічно активні сполуки на основі аліфатичних та ароматичних сполук.  
Терпени. Арени. БАР на основі аліфатичних сполук. Арени як БАР. Класифікація. Методи їх

синтезу, видалення та виділення. Ідентифікація та кількісний аналіз. Біологічна значимість. Окремі представники.

Тема 3. Біологічно активні сполуки на основі гідроксилвмісних та оксосполук. БАР на основі спиртів та фенолів. БАР на основі альдегідів, кетонів та хінонів. Методи їх синтезу, видалення та виділення. Ідентифікація та кількісний аналіз. Біологічна значимість. Окремі представники.

Тема 4. Біологічно активні сполуки на основі карбоксилвмісних сполук. БАР на основі похідних монокарбонових кислот. Методи їх синтезу, видалення та виділення. Ідентифікація та кількісний аналіз. Дикарбонові кислоти. Гідроксикислоти як БАР. БАР в циклі Кребса. Фенолокислоти. Біологічна значимість. Окремі представники.

Тема 5. Біологічно активні похідні вуглеводів. Стерини. Цукри як БАР. Класифікація. Знаходження в природі. Методи їх синтезу, видалення та виділення. Ідентифікація та кількісний аналіз. Глікозиди. Стерини.

## ***Розділ 2. Біологічно активні речовини на основі сполук зі складною будовою.***

Тема 1. Низькомолекулярні біорегулятори ліпідної природи. Загальна характеристика ліпідів. Методи їх синтезу, видалення та виділення. Ідентифікація та кількісний аналіз. Цикл арахідонової кислоти. Простагландини. Лейкотриєни. Тромбоксани. Біологічна значимість. Вільнорадикальне окиснення ліпідів. Окремі представники.

Тема 2. Біологічно активні похідні амінів, амінокислот, пептидів і білків. Гормони. Синтетичні аналоги гормонів. БАР на основі амінів та амінокислот. Методи їх синтезу, видалення та виділення. Пептидний синтез. Ідентифікація та кількісний аналіз. БАР на основі альдегідів, кетонів та хінонів. Гормони як БАР. Класифікація. Методи їх синтезу, видалення та виділення. Біологічна значимість. Окремі представники.

Тема 3. Біологічно активні сполуки на основі гетероциклічних сполук. Вітаміни та ферменти. Поняття про БАР на основі гетероциклів. Класифікація. Вітаміни. Антивітаміни. Ферменти як БАР. Знаходження. Виділення та видалення. Властивості. Біологічна значимість.

Тема 4. Алкалоїди. Регулятори росту. Поняття про алкалоїди. Класифікація. Знаходження. Протоалкалоїди. Методи їх синтезу, видалення та виділення. Ідентифікація та кількісний аналіз. Властивості. Біологічна значимість. Регулятори росту. Фітогормони. Ауксини. Гібереліни. Цитокиніни. Абсцизова кислота. Етилен.

Тема 5. Інші БАР. Антибіотики. Лікарські препарати. Поняття про антибіотики. Класифікація. Знаходження. Методи їх синтезу, видалення та виділення. Стандартизація

антибіотиків. Ідентифікація та кількісний аналіз. Біологічна значимість. Окремі представники. Лікарські препарати.

### 5. Структура навчальної дисципліни

Назви тем змістових модулів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усьог о	у тому числі				
л		с/п	лаб	інд	с.р.	л		с/п	лаб	інд	с.р.	
<b>Розділ 1</b>												
<b>Біологічно активні речовини на основі сполук зі змішаними функціями</b>												
Тема 1. Загальні поняття про біологічно активні сполуки (БАР) та БАД	12	2	–	2	–	8	–	–	–	–	–	–
Тема 2. Біологічно активні сполуки на основі аліфатичних та ароматичних сполук. Терпени. Арени	12	2	–	2	–	8	–	–	–	–	–	–
Тема 3. Біологічно активні сполуки на основі гідроксилвмісних та оксосполук	12	2	–	2	–	8	–	–	–	–	–	–
Тема 4. Біологічно активні сполуки на основі карбоксилвмісних сполук	12	2	–	2	–	8	–	–	–	–	–	–
Тема 5. Біологічно активні похідні вуглеводів. Стерини	12	2	–	2	–	8	–	–	–	–	–	–
Разом за розділом 1	60	10	–	10	–	40	–	–	–	–	–	–
<b>Розділ 2</b>												
<b>Біологічно активні речовини на основі сполук зі складною будовою</b>												
Тема 1. Низькомолекулярні біорегулятори ліпідної природи	12	2	–	4	–	6	–	–	–	–	–	–
Тема 2. Біологічно активні похідні амінів, амінокислот, пептидів і білків. Гормони. Синтетичні аналоги гормонів.	12	2	–	4	–	6	–	–	–	–	–	–
Тема 3. Біологічно активні сполуки на основі гетероциклічних сполук. Вітаміни та ферменти	12	2	–	4	–	6	–	–	–	–	–	–
Тема 4. Алкалоїди. Регулятори росту.	12	2	–	4	–	6	–	–	–	–	–	–
Тема 5. Інші БАР. Антибіотики. Лікарські препарати	12	2	–	4	–	6	–	–	–	–	–	–
Разом за розділом 2	60	10	–	10	–	40	–	–	–	–	–	–
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>20</b>	–	<b>20</b>	–	<b>80</b>	–	–	–	–	–	–

### 6. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Загальні поняття про біологічно активні сполуки (БАР) та БАД	2
2	Тема 2. Біологічно активні сполуки на основі аліфатичних та ароматичних сполук. Терпени. Арени	2
3	Тема 3. Біологічно активні сполуки на основі гідроксилвмісних та оксосполук	2
4	Тема 4. Біологічно активні сполуки на основі карбоксилвмісних сполук	2
5	Тема 5. Біологічно активні похідні вуглеводів. Стерини	2
6	Тема 6. Низькомолекулярні біорегулятори ліпідної природи	2
7	Тема 7. Біологічно активні похідні амінів, амінокислот, пептидів і білків. Гормони. Синтетичні аналоги гормонів.	2
8	Тема 8. Біологічно активні сполуки на основі гетероциклічних сполук. Вітаміни та ферменти	2
9	Тема 9. Алкалоїди. Регулятори росту.	2
10	Тема 10. Інші БАР. Антибіотики. Лікарські препарати	2
	<b>Усього</b>	<b>20</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Загальні поняття про біологічно активні сполуки (БАР) та БАД	2
2	Тема 2. Біологічно активні сполуки на основі аліфатичних та ароматичних сполук. Терпени. Арени	2
3	Тема 3. Біологічно активні сполуки на основі гідроксилвмісних та оксосполук	2
4	Тема 4. Біологічно активні сполуки на основі карбоксилвмісних сполук	2
5	Тема 5. Біологічно активні похідні вуглеводів. Стерини	2
6	Тема 6. Низькомолекулярні біорегулятори ліпідної природи	2
7	Тема 7. Біологічно активні похідні амінів, амінокислот, пептидів і білків. Гормони. Синтетичні аналоги гормонів.	2
8	Тема 8. Біологічно активні сполуки на основі гетероциклічних сполук. Вітаміни та ферменти	2
9	Тема 9. Алкалоїди. Регулятори росту.	2
10	Тема 10. Інші БАР. Антибіотики. Лікарські препарати	2
	<b>Усього</b>	<b>20</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Загальні поняття про біологічно активні сполуки (БАР) та БАД	8
2	Тема 2. Біологічно активні сполуки на основі аліфатичних та ароматичних сполук. Терпени. Арени	8
3	Тема 3. Біологічно активні сполуки на основі гідроксилвмісних та оксосполук	8
4	Тема 4. Біологічно активні сполуки на основі карбоксилвмісних сполук	8
5	Тема 5. Біологічно активні похідні вуглеводів. Стерини	8
6	Тема 6. Низькомолекулярні біорегулятори ліпідної природи	8
7	Тема 7. Біологічно активні похідні амінів, амінокислот, пептидів і білків. Гормони. Синтетичні аналоги гормонів.	8
8	Тема 8. Біологічно активні сполуки на основі гетероциклічних сполук. Вітаміни та ферменти	8
9	Тема 9. Алкалоїди. Регулятори росту.	8
10	Тема 10. Інші БАР. Антибіотики. Лікарські препарати	8
	<b>Усього</b>	<b>80</b>

### 9. Індивідуальне практичне завдання

Для виконання індивідуального практичного завдання студент повинен написати реферат на одну із тем.

#### *Теми рефератів*

1. Методи виділення біологічно активних речовин.
2. Парафармацевтики
3. Еубіотики.
4. Методи виділення та ідентифікації амінокислот та пептидів.
5. БАР на основі терпенів.
6. БАР на основі аренів.
7. БАР на основі гідроксилвмісних кислот.
8. Біосинтез антибіотиків.
9. БАР на основі амінів.
10. БАР стероїдної природи.
11. Технологія біосинтезу антибіотиків для сільського господарства.
12. Фенолокислоти як БАРи.



13. Біотехнологія РНК та ДНК.
14. БАР на основі гормонів.
15. Одержання інтерферонів, інтерлейкінів, факторів крові.
16. Рекombінантні вакцини і вакцини - антигени.
17. Ферменти медичного призначення.
18. Мікробіологічні трансформації стероїдів.
19. Синтетичні аналоги гормонів.
20. БАР на основі ненасичених жирів.
21. Похідні арахідонової кислоти
22. Алкалоїди групи піридину.
23. Алкалоїди групи хінолізидину.
24. Алкалоїди групи хіноліну та ізохіноліну.
25. Алкалоїди групи тропану.
26. Пуринові алкалоїди.
27. Ауксини.
28. Гібереліни.
29. Антибіотики гетероциклічної будови.
30. Аміноглікозиди.

### 10. Види контролю і система накопичення балів

При викладанні курсу використовується поточний і підсумковий контроль навчальних досягнень студентів. Контроль і оцінювання навчальної діяльності з дисципліни «Органічна хімія» здійснюється за 100-бальною шкалою. Співвідношення між поточним і підсумковим контролем у загальній оцінці навчальної діяльності студента з дисципліни становить 60:40.

	<i>Вид контрольного заходу</i>	<i>Кількість контрольних заходів</i>	<i>Кількість балів за 1 захід</i>	<i>Усього балів</i>
1	Виконання лабораторної роботи та її захист Терміни виконання – тиждень після лабораторної роботи	5	2	10
2	Контрольна робота за результатами вивчення матеріалу <i>Розділу 1</i> (Проводиться у письмовому вигляді)	1	0-15	15

3	Самостійне проходження тестів за матеріалом <i>Розділу 1</i> у системі електронного забезпечення навчання ЗНУ (за умови виконання тестів не менше ніж на 85%. Кількість спроб не враховується. Час не обмежено)	1	5	5
4	Виконання лабораторної роботи та її захист Терміни виконання – тиждень після лабораторної роботи	5	2	10
5	Контрольна робота за результатами вивчення матеріалу <i>Розділу 2</i> (Проводиться в письмовому вигляді)	1	0-15	15
6	Самостійне проходження тестів за матеріалом <i>Розділу 1</i> у системі електронного забезпечення навчання ЗНУ (за умови виконання тестів не менше ніж на 85%. Кількість спроб не враховується. Час не обмежено)	1	5	5
6	<b>Індивідуальне практичне завдання</b>	1	15	40
	<b>Екзаменаційне випробування у письмовій формі за білетами (проводиться під час сесії)</b>		25	
<b>Усього</b>		<b>15</b>		<b>100</b>

**Поточний контроль** передбачає проведення лабораторних занять в аудиторії та оцінювання їх виконання. Лабораторне заняття складається з двох частин: *перша частина* – теоретична, передбачає перевірку володіння студентами теоретичними положеннями та застосування їх під час виконання практичних завдань і розв’язання задач виявлення ступеня засвоєння теоретичного матеріалу; *друга частина*, експериментальна, включає виконання лабораторної роботи і оформлення звіту з неї. Лабораторні роботи містять в собі індивідуальні (лабораторні або практичні) завдання з кожної теми розділу. Лабораторна робота має бути оформлена у лабораторному журналі та здана викладачеві до встановленого плану терміну. Оцінка за лабораторне заняття складається наступним чином: **0,5 бали** – за виконання домашньої самостійної роботи; **0,5 бали** – за володіння теоретичними основами експериментальної роботи; **1 бал** – за виконання лабораторної роботи, її оформлення та захист. Можна отримати в **кожному розділі 0-10 балів** за результати навчальної діяльності під час лабораторного заняття.

Після вивчення тем з кожного розділу студенти самостійно проходять **контрольне тестування** в електронному вигляді в системі MOODL. Можна отримати в **кожному розділі 0-5 балів**.

**Підсумковий контроль** складається з індивідуального практичного завдання та проведення екзаменаційного випробування у письмовій формі за білетами, що включають

1-е та 2-е питання – теоретичне, 3-е-7-е питання – тестове практичне завдання, тривалість екзамену 2 академічні години.

Результати виконання студентом індивідуального практичного завдання оцінюються за наступною шкалою:

Вступ (**1 бал**): формулювання необхідності зазначених знань для професійного становлення майбутнього хіміка.

Основна частина (**1-8 балів**): повнота розкриття питання (**1-2 бали**); опрацювання сучасних наукових інформаційних джерел (**1-2 бали**); цілісність, систематичність, логічна послідовність викладу (**1-4 бали**).

Висновки (**1 бал**): уміння формулювати власне відношення до проблеми, робити аргументовані висновки.

Акуратність оформлення письмової роботи (**1 бал**).

Підготовка комп'ютерної презентації (**1-4 бали**). уміння користуватися Інтернет ресурсом (**1 бал**); підбір і логічне розміщення графічних і фотозображень (**1 бал**); слайд-шоу (близько 8-10 слайдів) (**1-2 бали**).

Загальна оцінка визначається як сума балів, отриманих студентом по кожному пункту. Виконання індивідуального завдання оцінюється **0-15 балів**.

До складання екзамену допускаються студенти, які набрали мінімально 35 балів з 60 можливих.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

## Рекомендована література

### Основна:

1. Бражко О.А., Завгородній М.П. Біологічно активні сполуки: навчально-методичний посібник для студентів освітнього рівня «бакалавр» напряму підготовки «Хімія»: у 2 ч. Запоріжжя : ЗНУ, 2013. Ч. 1. 87 с.
2. Завгородній М.П., Корнет М.М., Бражко О.А., Омелянчик Л.О. Біоорганічна хімія. Загальна характеристика, методи синтезу та фізико-хімічні властивості біоорганічних сполук: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Біологія» денної та заочної форм навчання : у 2ч. Запоріжжя : ЗНУ, 2013. Ч. 1. 113 с.
3. Завгородній М.П., Корнет М.М., Бражко О.А., Омелянчик Л.О. Біоорганічна хімія. Загальна характеристика, методи синтезу та фізико-хімічні властивості біоорганічних сполук: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Біологія» денної та заочної форм навчання : у 2ч. Запоріжжя : ЗНУ, 2013. Ч. 2. 115 с.
4. Біологічна хімія: підручник/ За ред. Ю. І. Губського. Київ: Нова книга, 2007. 656с.
5. Кононський О.І. Практикум: Навч. посібник. Київ: Вища школа, 2002. 247с.
6. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2001. 863с.
7. Павлоцька Л., Дуденко Н., Левітин Є. Біологічна хімія. Підручник. Суми: Університетська книга, 2019. 513 с
8. Bioorganic Chemistry: Deoxysugars, Polyketides and Related Classes: Synthesis, Biosynthesis, Enzymes / editor J. Rohr . Berlin : Springer, 2000. 195 p.
9. Biochemistry. 3rd ed. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, 2005. 541 p. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Kolisnyk/0001084.djvu>.
10. New trends in supramolecular chemistry: collected research papers / edited by V.I. Rybachenko. Donetsk: East Publisher House, 2014. 356с.

### Додаткова:

1. Зименковский Б., Музыченко В., Ниженковская И. Biological and Bioorganic Chemistry in 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry. Киев : Медицина, 2019. 288 с.

2. Корнет М. М., Бражко О. А., Омелянчик Л. О. Фізичні методи в біології : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра напряму підготовки «Біологія». Запоріжжя : ЗНУ, 2015. 102 с.
3. Лисиця А.В. Біохімія. Практикум : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2019. 240 с.
4. Механізми біохімічних реакцій: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. рек. МОНУ / За ред. Н.О. Сибірної. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. 316 с.
5. Helmreich E. J. The Biochemistry of Cell Signaling. Oxford : Oxford University Press, 2002. 358 p. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Kolisnyk/0001151.djvu>.
6. McKee T., McKee J. Biochemistry: The Molecular Basis of Life. 3rd ed. McGraw-Hill, 2004. 774 p. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Kolisnyk/0001100.djvu>.
7. Maitland J.Jr. Organic Chemistry. W.W. Norton & Company. -1997.-1394 p.
8. Omelianchuk L. O., Brazhko O. A., Labenska I. B., Zavgorodniy M. P., Petruscha Y. Y. Biological activity and physicochemical properties of N-acid derivatives S-(2-methylguinoline-4-yl)-L-cystein : monograph. Zaporizhzhia : ZNU, 2018. 226 p.

### Інформаційні ресурси

1. Popular Biochemistry Books.  
URL: <https://www.goodreads.com/shelf/show/biochemistry>.
2. Книги. URL: <https://www.yakaboo.ua/knigi/uchebnaja-literatura-pedagogika/studentam-i-aspirantam/biologicheskie-nauki/biohimija-molekuljarnaja-biologija.html>
3. Електронна бібліотека з хімії. URL <http://www.chem.msu.su>:

Погоджено \_\_\_\_\_  
 відділ з навчальної роботи  
 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_