

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Волинський національний університет імені Лесі Українки**  
**Факультет біології та лісового господарства**  
**Кафедра фізіології людини і тварин**

**СИЛАБУС**  
**нормативного освітнього компонента**  
**МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ**

**підготовки** Бакалавра на базі диплома молодшого спеціаліста  
**спеціальності 091 Біологія**  
**освітньо-професійної програми** Лабораторна діагностика

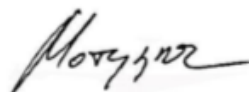
Луцьк – 2022

**Силабус освітнього компонента «Молекулярна біологія»** підготовки бакалавра на базі диплома молодшого спеціаліста, галузі знань 09 «Біологія», спеціальності 091 «Біологія», за освітньо-професійною програмою «Лабораторна діагностика».

**Розробник:** Абрамчук О.М., кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми:

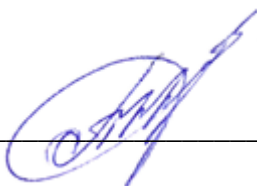


Мотузюк О.П.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри фізіології людини і тварин**

протокол № 1 від 31.08.2022 р.

Завідувач кафедри:



доц. Качинська Т.В.

## I. Опис освітнього компоненту

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання, м/с	Галузь знань: 09 Біологія Спеціальність: 091 Біологія Освітньо-професійна програма «Лабораторна діагностика»  Освітній рівень «Бакалавр»	<b>Нормативна</b>
Кількість годин/кредитів 90/3		Рік підготовки: 1
		Семестр: 2
ІНДЗ: <u>немає</u>		Лекції: 26 год
		Лабораторні: 16 год
		Самостійна робота: 42 год
		Консультації: 6 год
	Форма контролю: залік	
Мова навчання - українська		

## II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові: *Абрамчук Ольга Миколаївна*

Науковий ступінь: *кандидат біологічних наук*

Вчене звання: *доцент*

Посада: *доцент кафедри фізіології людини і тварин*

Контактна інформація: +380663872289, [Abramchuk.Olga@vnu.edu.ua](mailto:Abramchuk.Olga@vnu.edu.ua)

Дні занять: <http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi>

## III. Опис освітнього компонента

**1. Анотація курсу.** Молекулярна біологія - наука, яка вивчає механізми зберігання, передачі і реалізації генетичної інформації, будову і функції складних високомолекулярних сполук: нерегулярних біополімерів (білків і нуклеїнових кислот). Програма призначена для студентів спеціальності 091 Біологія, що навчаються за освітньою програмою «Лабораторна діагностика». Відповідно до навчального плану “Молекулярна біологія” є однією з фундаментальних загальноосвітніх дисциплін, що складають теоретичну основу підготовки майбутнього фахівця. Програма з навчальної дисципліни «Молекулярна біологія» приведена у відповідність до нормативних документів МОН України щодо реалізації положень Болонської декларації в системі вищої освіти. Згідно з навчальним планом вивчення дисципліни здійснюється протягом одного семестру. Молекулярна біологія як навчальна дисципліна інтегрується з такими дисциплінами як органічна та неорганічна хімія, біохімія, вища математика, фізика, біофізика, медична біологія, біоінформатика та ін.

**2. Пререквізити:** хімія, фізика, загальна цитологія та гістологія.

**3. Мета і завдання освітнього компоненту.** Метою курсу «Молекулярна біологія» є: навчити студентів розуміти сучасні концепції та основну проблематику молекулярної біології, дати цілісне уявлення про молекулярні механізми збереження і реалізації генетичної інформації. Сформувані у студентів систематизовані знання та вміння у питаннях

молекулярної біології, особливостей будови та властивостей макромолекул, здатності молекул до самовідтворення, вивчення методів молекулярної біології, розуміння досягнень та перспектив розвитку молекулярної біології як основи для формування необхідних компетенцій. Основними **завданнями** навчальної дисципліни є: формування системи знань щодо особливостей будови та властивостей білків та нуклеїнових кислот, що забезпечують, формування системи знань про структурно-функціональну організацію генетичного апарату клітини та механізми реалізації спадкової інформації, забезпечення умов для активізації пізнавальної діяльності студентів, здобуття кваліфікації та досвіду виконання науково-дослідних робіт, формування професійних компетенцій у навчальному процесі (впродовж аудиторних занять та самостійної роботи студентів).

#### 4. Результати навчання (Компетентності)

Загальні компетентності (ЗК)	ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК 08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
Фахові компетентності (ФК)	ФК 01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань. ФК 02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей. ФК 05. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності. ФК 08. Здатність до аналізу механізмів збереження, реалізації та передачі генетичної інформації в організмів. ФК 11. Здатність здійснювати безпечну професійну практичну діяльність згідно з протоколами, рекомендаціями щодо безпеки та діючим законодавством.
Програмні результати навчання (ПРН)	ПРН 01. Розуміти соціальні та економічні наслідки впровадження новітніх розробок у галузі біології у професійній діяльності. ПРН 06. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності. ПРН 08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей. ПРН 11. Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні. ПРН 13. Знати механізми збереження, реалізації та передачі генетичної інформації та їхнє значення в еволюційних процесах. ПРН 17. Розуміти роль еволюційної ідеї органічного світу. ПРН 24. Аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів.

#### 5. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				Форма контролю*/ Бали
	Усього	у тому числі			
		Лек.	Лабор.	Конс.	
<b>Змістовий модуль 1. Предмет і завдання молекулярної біології. Становлення молекулярної біології як науки. Загальна характеристика макромолекул. Білки, нуклеїнові кислоти.</b>					

<b>Тема 1.</b> Предмет і завдання молекулярної біології. Загальна характеристика макромолекул.	6	2			4	ДС, Т /5
<b>Тема 2.</b> Фізико-хімічні основи молекулярної біології. Методи молекулярної біології	11	4	2	1	4	ДС, Т, ВЛР /5
<b>Тема 3.</b> Молекулярна біологія білків. Ферменти	9	2	2	1	4	ДС, Т, ВЛР /5
<b>Тема 4.</b> Структура та функції нуклеїнових кислот	9	2	2	1	4	ДС, Т, ВЛР /5
<b>Тема 5.</b> Організація генетичного матеріалу в клітинах прокариот та еукаріот	8	2	2		4	ДС, Т, ВЛР /5
<b>Контрольна робота</b>						Т, РЗ/К / 20
Разом за змістовим модулем 1	43	12	8	3	20	45
<b>Змістовий модуль 2. Механізми збереження та передачі генетичної інформації. Сучасні проблеми генних технологій</b>						
<b>Тема 6.</b> Механізми реплікації та репарації ДНК у прокариот та еукаріот	9	2	2	1	4	ДС, Т, ВЛР /5
<b>Тема 7.</b> Транскрипція (синтез РНК): прокариоти та еукаріоти	9	2	2	1	4	ДС, Т, ВЛР /5
<b>Тема 8.</b> Процесинг (дозрівання) РНК	8	2	2		4	ДС, Т, ВЛР /5
<b>Тема 9.</b> Трансляція. Рибосоми. тРНК. Інгібітори трансляції. Фолдинг білків.	11	4	2	1	4	ДС, Т, ВЛР /5
<b>Тема 10.</b> Передача зовнішніх сигналів у клітину. поняття про первинні та вторинні клітинні посередники Клітинний цикл та апоптоз (програмована загибель клітини).	10	4			6	ДС, Т /5
<b>Контрольна робота</b>						РЗ/К / 10
<b>Контрольна робота</b>						Т / 20
Разом за змістовим модулем 2	47	14	8	3	22	55
<b>Всього годин</b>	90	26	16	6	42	100

Структура навчальної дисципліни для денної форми навчання

Форма контролю\*: ДС – дискусія, Т – тести, ВЛР – виконання лабораторної роботи, КР – контрольна робота, РЗ/К – розв’язування задач / кейсів

## **6. Завдання для самостійного опрацювання**

1. Внутрішньоклітинне сортування макромолекул
2. Буферні розчини. Дифузія біомакромолекул. В'язкість біомакромолекул
3. Транспорт білків та РНК в ядро та з ядра
4. Вплив температури на швидкість хімічних реакцій
5. Динаміка білків. Перехід спіраль-клубок
6. Транспорт білків в мітохондрії та хлоропласти
7. Ендоплазматичний ретикулум та апарат Гольджі.
8. Циркулярна ДНК. Малі яРНК. Малі цитоплазматичні РНК
9. Гіперхромний та гіпохромний ефект ДНК. Суперспіралізація ДНК
10. Транспорт білківз апарату Гольджі в лізосоми
11. ДНК мітохондрій та ДНК-пластид
12. Структурна організація клітинного ядра
13. Особливості структури хроматину статевих хромосом в зв'язку з компенсацією різниці числа генів Х-хромосом у різних статей
14. Ремоделювання хроматину
15. Петльові домени хроматину та ядерний матрикс. Центромери та неоцентромери.
16. Роль нуклеосомних структур в активації експресії гена. Ацетилювання гістонів.
17. Структура бактеріальної хромосоми. IS-елементи та транспозони бактерій
18. Повторювані та унікальні послідовності ДНК
19. Регуляторні елементи генів, що кодують білки
20. Гени тРНК. Гени білків гістонів
21. Тандемні повтори ДНК. Міні- та мікросателіти
22. Онкогени та антионкогени
23. Рухомі генетичні елементи еукаріот (транспозони)
24. Програма «Геном людини». Генетичне картування
25. Реплікація теломерних ділянок еукаріотичних хромосом
26. Роль метилювання в регуляції реплікації
27. Термінація реплікації у бактерій
28. Особливості регуляції реплікації плазмід
29. Сайт-специфічна рекомбінація ДНК
30. Рекомбінантка (постреплікативна) репарація
31. Регуляція транскрипції у прокаріот
32. Регуляція траскрипції у бактеріофага  $\lambda$
33. Поліаденілування мРНК. Аміноацилювання тРНК
34. Транспептидація. Транслокація
35. Посттрансляційні модифікації гістонових хвостів
36. Перепрограмування трансляції
37. Ензиматичний метод секвенування ДНК
38. Рестриктазно-лігазний метод гібридизації нуклеїнових кислот
39. Вектори на основі ниткоподібних фагів
40. Генетична трансформація
41. Блотинг
42. Спектрометричне визначення концентрації ДНК
43. Електрофорез ДНК та білків

## **IV. Політика оцінювання**

Під час вивчення дисципліни студент повинен дотримуватися таких правил: не спізнюватися на заняття; перед початком заняття вимкнути звук засобів зв'язку (мобільний телефон, смарт-годинник тощо); здійснювати попередню підготовку до лекційних та лабораторних занять згідно з переліком рекомендованої літератури; згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю; брати активну участь в навчальному

процесі; бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладача; відкритим до конструктивної критики.

**Політика щодо відвідування.** Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, навчання за програмою подвійного диплома, з використанням елементів дуальної форми здобуття освіти, міжнародне стажування) навчання може відбуватись за індивідуальним графіком, в онлайн режимі (за погодженням із деканом факультету). Практичні навички (виконання лабораторної роботи) оцінюються за результатами виконання лабораторної роботи. Максимальну кількість балів за виконання лабораторної роботи студент отримує після успішного виконання всіх завдань та оформлення роботи в лабораторному зошиті.

**Політика щодо дедлайнів та перескладання.** Здобувач освіти може додатково скласти на консультаціях із викладачем ті теми, які він пропустив протягом семестру (з поважних причин), таким чином покращивши свій результат рівно на ту суму балів, яку було виділено на пропущені теми. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин. Повторне складання екзамену допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює декан факультету. До закінчення вивчення модуля студент повинен відпрацювати усі лабораторні заняття. Лабораторні роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (з кожної теми віднімається 0,5 балів від отриманого).

**Політика щодо академічної доброчесності.** Студент впродовж навчання повинен дотримуватись морально-етичних правил: відвідувати усі заняття (якщо причиною пропуску є поважна причина підтвердити її документально), не привласнювати чужу інтелектуальну працю, не списувати під час письмового поточного чи модульного контролю. У разі цитування наукових праць, методичних розробок обов'язково вказувати посилання на першоджерело. Підготовлені реферати та презентації мають містити посилання на використану літературу чи електронні ресурси. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботах студентів є підставою для їх не зарахування та обов'язкового допрацювання. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до [Кодексу академічної доброчесності](#) Волинського національного університету імені Лесі Українки.

**Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній та/або інформальній,** здійснюється на добровільній основі та передбачає підтвердження того, що здобувач досяг результатів навчання, передбачених ОПП, за якою він навчається. Визнанню можуть підлягати такі результати навчання, отримані в неформальній освіті, які за тематикою, обсягом вивчення та змістом відповідають як освітньому компоненту в цілому, так і його окремому розділу, темі (темам), індивідуальному завданню, курсовій роботі (проекту), контрольній роботі тощо, які передбачені програмою (силабусом) навчальної дисципліни. Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній та/або інформальній освіті, відбувається в семестрі, що передуює семестру початку вивчення освітнього компонента, або першого місяця від початку семестру, враховуючи ймовірність непідтвердження здобувачем результатів такого навчання (ПОЛОЖЕННЯ про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у ВНУ імені Лесі Українки [https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/Polozhennia\\_%20vyznannia\\_rezultativ\\_navchannia\\_formalnoi.pdf](https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/Polozhennia_%20vyznannia_rezultativ_navchannia_formalnoi.pdf)).

Рекомендовані платформи для проходження навчання у неформальній освіті:

Prometheus + <https://prometheus.org.ua/>

Всеосвіта <https://vseosvita.ua/webinar>

Academiccourses <https://www.akademichnikursy.com/kurs>

Онлайн-курс з молекулярної біології <https://www.edx.org/course/molecular-biology-part-1-dna-replication-and-repair>

За умови підтвердження, що зміст майстер-класів (семінарів, курсів тощо) відповідає темам курсу, сертифікати участі в них (або інші підтверджуючі документи) будуть достатньою підставою для зарахування відповідних тем.

**Оцінювання знань здобувачів освіти з елементами дуальної форми здобуття освіти.**

Години, форма навчання (поділена або блочна) та особливості організації освітнього процесу визначаються на поточний навчальний рік та відображаються у робочому навчальному плані та графіку освітнього процесу. Знання, уміння, компетентності здобувачів освіти оцінюються представниками Підприємства (наставниками) та викладачем Університету [https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022\\_%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE\\_%D0%B4%D1%83%D0%B0%D0%BB\\_%D0%BD%D1%83\\_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%82%D1%83\\_%D1%80%D0%B5%D0%B4.pdf](https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022_%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE_%D0%B4%D1%83%D0%B0%D0%BB_%D0%BD%D1%83_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%82%D1%83_%D1%80%D0%B5%D0%B4.pdf)

Оцінювання знань здобувачів освіти з освітнього компонента «Молекулярна біологія» здійснюється згідно «Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки». Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою. **Поточний контроль** проводиться на кожному лабораторному занятті. На лабораторних роботах застосовуються наступні види стандартизованого контролю теоретичної підготовки та практичних навичок: тестовий контроль, усне опитування, розв'язування задач, письмова відповідь на питання. Оцінка роботи студента є комплексною і включає контроль практичної та теоретичної підготовки. Під час проведення лабораторних робіт проходить усне опитування, письмова робота або тестування для перевірки знань студентів за темами, що відображені в структурі навчальної дисципліни. За теоретичну підготовку до заняття (теми змістового модуля) студенти денної форми навчання можуть отримати оцінку - максимально 3 бали. Написання поточної тестової роботи за відповідною темою - 2 бали. Оцінка за кожну виконану та оформлену лабораторну роботу – 2 бали. На кожному лабораторному занятті за виконання навчальних завдань студент може отримати максимально 5 балів.

Самостійна робота включає в себе теоретичне вивчення питань, що стосуються тем передбачених навчальною програмою, але не розглядалися на лекціях, або були розглянуті коротко.

Проміжний контроль проводиться письмово, або у формі комп'ютерного тестування на платформі електронного ресурсу «Молекулярна біологія» Moodle (Україна): <http://194.44.187.60/moodle/course/view.php?id=158>. Студент повинен дати письмову відповідь на 4 розгорнутих питання, кожне з яких максимально оцінюється у 5 балів загалом 20 балів за контрольну роботу, або розв'язання тестових завдань («ціна» одного завдання визначається залежно від кількості завдань в роботі), що складаються на основі лекційного курсу та лабораторних робіт. Максимальна кількість балів за контрольну роботу «розв'язання розрахункових задач» – 10 балів.

## V. Підсумковий контроль

Вивчення освітнього компонента «Молекулярна біологія» здійснюється впродовж одного семестру на першому році навчання (2 семестр). За результатами поточної навчальної діяльності виставляється залік.

Семестровий залік – це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу з молекулярної біології на підставі результатів виконання ним усіх видів навчальних робіт, передбачених навчальною програмою. Семестровий залік виставляється за результатами поточного контролю теоретичних знань, практичних вмінь і навичок. Якщо протягом семестру студент набрав 60 і більше балів, він отримує залік.

У випадку незадовільної підсумкової оцінки (менше 60 балів) або за бажанням підвищити свій результат студент:

- може добрати бали, виконавши певний вид робіт (наприклад, здати одну із тем або перездати відповідну тему, шляхом написання тесту, розв'язання ситуаційної задачі, усного опитування тощо);
- складає семестровий залік, який включає весь навчальний матеріал освітнього компонента; при цьому він може набрати від 0 до 100 балів, де 60 балів і вище –



задовільна /позитивна оцінка.

Форма підсумкового контролю успішності навчання – **залік**, який проводиться в усній формі з розв'язуванням розрахункових задач. Запропоновані теоретичні питання та різні типи задач охоплюють усі теми курсу молекулярна біологія. У відомості та індивідуальному навчальному плані студента в графі «оцінка за національною шкалою» робиться запис «зараховано».

#### VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

#### ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЗАЛІКУ

1. Об'єкти вивчення молекулярної біології. Історія молекулярної біології. Поняття про біополімери.
2. Прокаріотичні клітини. Еукаріотичні клітини.
3. Компоненти клітинного ядра. Ядерна оболонка та ядерний матрикс. Хромосоми.
4. Типи внутрішньомолекулярних взаємодій Гідрофобні взаємодії та водневі зв'язки
5. Структурна організація біомакромолекул. Динаміка білкової структури. Конформації макромолекул
6. Амінокислоти Первинна структура білків. Вторинна та надвторинна структура білків.
7. Третинна і четвертинна будова білків. Поняття домену.
8. Структура глобулярних білків
9. Структура фібрилярних білків
10. Принципи дії ферментів та регуляція ферментативної активності
11. Будова та функції клітинного ядра. Будова та функції ядерця.
12. Первинна структура нуклеїнових кислот. Структура мономерних компонентів нуклеїнових кислот.
13. Цитоплазматична ДНК.
14. Подвійна спіраль ДНК. Конформації ДНК.
15. Принцип комплементарності. Правила Чаргаффа
16. Гістони та організація ДНК в хромосомах. Нуклеосоми. Організація хроматину в ядрі. Рівні компактизації ДНК. Негістонові білки хромосом.
17. Структура, класифікація та властивості РНК.
18. Рибосомальні РНК та рибосоми.

19. Загальний план будови тРНК. Вторинна та третинна структура тРНК.
20. Основні принципи реплікації. Реплікація про- та еукаріот.
21. Компоненти ферментного комплексу реплікації.
22. Реплікація теломерних ділянок ДНК. Теломери та теломерази.
23. Транскрипція ДНК (синтез РНК). Загальна характеристика транскрипції. Фактори транскрипції.
24. Зворотна транскрипція вірусів.
25. Функціональні відділи геному. Гени та їх структура. Некодуючі ділянки ДНК.
26. Оперонна організація геному прокариот. Загальна схема оперону. Лактозний та триптофановий оперони.
27. Генетичний код. Основні властивості генетичного коду.
28. Процесинг (дозрівання) РНК. Механізми сплайсингу. Приєднання та модифікація нуклеотидів.
29. Репарація пошкоджень ДНК.
30. Трансляція (біосинтез білків). Підготовчі стадії трансляції. Основні функціональні центри рибосом. Ініціація, елонгація та термінація трансляції. Поняття про полісоми.
31. Загальні уявлення про фолдинг білків. Моделі згортання білків. Фактори фолдингу. Сортуння та модифікація білків.
32. Мікроскопічні дослідження клітин.
33. Седиментація та електрофорез біомакромолекул.
34. Генна інженерія. Методи генної інженерії. Клонування генів.
35. Клітинний цикл. Схеми мітозу та мейозу. Типи клітин за способом поділу.
36. Рентгенівська кристалографія біомакромолекул.
37. Механізми апоптозу.
38. Передача зовнішніх сигналів у клітину.
39. Міжклітинні сигнальні речовини.
40. Внутрішньоклітинні сигнальні шляхи.

## VII. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

- 1.Абрамчук О.М. Дистанційний курс «Молекулярна біологія» <http://194.44.187.60/moodle/course/view.php?id=158> (рекомендовано до використання 2021 рік).
2. Абрамчук О.М., Качинська Т. В. Молекулярна та клітинна біофізика, термінологічний збірник. Вид. 2-ге переробл. та допов. Луцьк, 2017. 70 с. <http://esnuir.eenu.edu.ua/bitstream/123456789/13093>
3. Абрамчук О.М., Качинська Т. В. Молекулярна біологія : збірник задач. Луцьк, 2019. 48 с. <http://esnuir.eenu.edu.ua/bitstream/123456789/16823>
4. Альбертс Б., Джонсон. А. Молекулярна біологія клітини. Переклад з англійської. Львів : Видавничий дім «Наутилус», 2018. 1536 с.
5. Піщак В.П., Бажора Ю.І. Медична біологія. Вінниця : Нова книга, 2009. 607 с.
6. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія. Київ : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2008. 384 с. [http://www.biol.univ.kiev.ua/public/pidruch/MolBiol\\_sivolob.pdf](http://www.biol.univ.kiev.ua/public/pidruch/MolBiol_sivolob.pdf)
7. Сиволоб А. В., Афанасьєва К. С. Молекулярна організація хромосом. Київ : Київський університет, 2014. 287 с.
8. Столяр О.Б. Молекулярна біологія. Підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2015. 226 с.
9. Journal of Biological Chemistry <https://elifesciences.org/subjects/biochemistry-chemical-biology?gclid>

10. Journal of-molecular-biology <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-molecular-biology>