

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

спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

освітньо-професійної програми Середня освіта. Біологія, природознавство, здоров'я людини

Луцьк – 2021

Силабус навчальної дисципліни «Молекулярна біологія» підготовки бакалавра, галузі знань 01 «Освіта/Педагогіка», спеціальності 014 «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)», за освітньо-професійною програмою «Середня освіта. Біологія, природознавство, здоров'я людини».

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

Погоджено

Гарант освітньо-професійної/освітньо-наукової/освітньо-творчої програми:



к.б.н., доц. Дмитроца О.Р.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри фізіології людини і тварин

протокол № 1 від 31.08.2021 р.

Завідувач кафедри:

проф. Моренко А.Г.

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка Спеціальність: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) Освітньо-професійна програма Середня освіта. Біологія, природознавство, здоров'я людини Освітній рівень «Бакалавр»	Нормативна
Кількість годин/кредитів 120/4		Рік підготовки: 2
		Семестр: 3
ІНДЗ: <u>немає</u>		Лекції: 26 год
		Лабораторні: 20 год
		Самостійна робота: 66 год
	Консультації: 8 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

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 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), що навчаються за освітньо-професійною програмою «Середня освіта. Біологія, природознавство, здоров'я людини». 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 01. Знання та розуміння предметної області (біологія, природознавство, здоров'я людини), специфіки професійної діяльності для формування в учнів наукової світогляд. ЗК 05. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та його розвитку. ЗК 06. Здатність працювати автономно та в команді, генерувати нові ідеї, оцінювати і забезпечувати якість виконуваних робіт, приймати обґрунтовані рішення. ЗК 07. Здатність застосовувати знання на практиці та ефективно розв'язувати практичні задачі, проводити дослідно-експериментальну роботу.
Фахові компетентності (ФК)	ФК 01. Здатність використовувати фундаментальні знання з біології та близьких предметних галузей у сфері професійної діяльності у закладах загальної середньої освіти та конкретизувати їх прикладами природи рідного краю. ФК 03. Здатність розуміти та використовувати біологічні поняття, закони, концепції, вчення й теорії біології для пояснення та розвитку в учнів розуміння цілісності та взаємозалежності живих систем і організмів. ФК 05. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження біологічних об'єктів, планувати та проводити наукові дослідження з біології та на межі предметних галузей, здійснювати їх інформаційне та методичне забезпечення, інтерпретувати дані та робити висновки, готувати результати наукових робіт до оприлюднення. ФК 07. Здатність розкривати сутність біологічних явищ, процесів і технологій, розв'язувати біологічні задачі з використанням математичних методів.
Програмні результати навчання (ПРН)	ПРН 03. Знати сучасну систему організації природи та методології природничо-наукового пізнання, закономірності будови, функціонування природних систем, в т. ч. організму людини, їх розвиток і взаємодію, основні функціональні особливості для підтримання сталості складу, структури, взаємозв'язок із неживою природою; використовувати знання для їх охорони, відтворення та збалансованого розвитку. ПРН 09. Володіти навичками збору та обробки первинного біологічного матеріалу, вміти виготовляти колекції, тимчасові мікропрепарати, гербарії та використовувати їх у навчальному процесі. ПРН 10. Вміти застосувати теоретичні знання та практичні методи біології та природничих наук на операційному рівні для формування цілісної наукової картини світу. ПРН 11. Розуміти основні тенденції розвитку змісту сучасної біологічної освіти, вміти переносити систему наукових знань з біології, природознавства, дисциплін

	оздоровчого спрямування та суміжних галузей у площину навчальних предметів, застосовувати їх для розв'язування практико-орієнтованих завдань і біологічних задач.
--	---

5. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					Форма контролю*/ Бали
	Усього	у тому числі				
		Лек.	Лабор.	Конс.	Сам. роб.	
Змістовий модуль 1. Предмет і завдання молекулярної біології. Становлення молекулярної біології як науки. Загальна характеристика макромолекул. Білки, нуклеїнові кислоти.						
Тема 1. Предмет і завдання молекулярної біології. Загальна характеристика макромолекул.	10	2	2		6	ДС, Т, ВЛР /4
Тема. 2. Фізико-хімічні основи молекулярної біології. Методи молекулярної біології	14	4	2	1	7	ДС, Т, ВЛР /4
Тема 3. Молекулярна біологія білків. Ферменти	11	2	2	1	6	ДС, Т, ВЛР /4
Тема 4. Структура та функції нуклеїнових кислот	12	2	2	1	7	ДС, Т, ВЛР /4
Тема 5. Організація ДНК у клітинах: геноми та структура хроматину	12	2	2	1	7	ДС, Т, ВЛР /4
МКР 1						Т, РЗ/К / 30
Разом за змістовим модулем 1	59	12	10	4	33	50
Змістовий модуль 2. Механізми збереження та передачі генетичної інформації. Сучасні проблеми генних технологій						
Тема 6. Механізми реплікації та репарації ДНК у прокаріот та еукаріот	12	2	2	1	7	ДС, Т, ВЛР /4
Тема 7. Транскрипція (синтез РНК): прокаріоти та еукаріоти	12	2	2	1	7	ДС, Т, ВЛР /4
Тема 8. Процесинг (дозрівання) РНК	10	2	2		6	ДС, Т, ВЛР /4
Тема 9. Трансляція. Рибосоми. тРНК. Інгібітори трансляції. Фолдинг білків.	14	4	2	1	7	ДС, Т, ВЛР /4
Тема 10. Передача зовнішніх сигналів у клітину. поняття про первинні та вторинні клітинні посередники Клітинний цикл та апоптоз (програмована загибель клітини).	13	4	2	1	6	ДС, Т, ВЛР /4

МКР II						Т, РЗ/К / 30
Разом за змістовим модулем 2	61	14	10	4	33	50
Всього годин	120	26	20	8	66	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. Ядро клітини (ядерна оболонка та ядерний матрикс)
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. Теломераза та старіння
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 λ
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. Інгібітори трансляції
42. Шаперони. Пріони як антишаперони
43. Сортування та транспорт білків мітохондрій та ядер
44. Регуляція клітинного циклу

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 [7](https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-</p></div><div data-bbox=)

[02/Polozhennia_%20vyznannia_rezultativ_navchannia_formalnii.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

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, виконання лабораторної роботи) студенти денної форми навчання можуть отримати оцінку - максимально 4 бали. Написання поточної тестової роботи за відповідною темою або усна відповідь - 2 бали. Оцінка за кожен виконану та оформлену лабораторну роботу – 2 бали.

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 3 розгорнутих питання, кожне з яких максимально оцінюється у 10 балів загалом 30 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.

V. Підсумковий контроль

Вивчення освітнього компонента «Молекулярна біологія» здійснюється впродовж одного семестру на другому році навчання (3 семестр). За результатами поточної навчальної діяльності виставляється залік. Оцінювання знань студентів здійснюється за результатами поточного й модульного контролю, або підсумкового контролю. Оцінка за освоєння курсу виставляється згідно шкали оцінювання. Для отримання заліку потрібно набрати не менше 60 балів за 100-бальною шкалою. У відомості та індивідуальному навчальному плані студента в графі «оцінка

за національною шкалою» робиться запис «зараховано».

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.

У випадку незадовільної підсумкової оцінки (менше 60 балів) або за бажанням підвищити свій результат студент складає семестровий залік, який включає весь навчальний матеріал освітнього компонента. Залік 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 за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЗАЛІКУ

1. Поняття про біополімери. Мономери білків та нуклеїнових кислот
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 четвиртинна 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 прокаріот. 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. Механізми репарації 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. Регуляція клітинного циклу.
36. Рентгенівська кристалографія біомакромолекул.
37. Теломераза та старіння
38. Первинні та вторинні клітинні посередники
39. Аутокринна та паракринна регуляція.
40. Полімеразна ланцюгова реакція

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. Афанасьєва К. С., Рушковський С. Р. Методичні вказівки до розв'язку задач з курсу “Молекулярна біологія”. Для студентів третього та четвертого курсу заочного відділення ННЦ «Інститут біології», 2014. 34 с. https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/Genetika/Biblioteka/Mol_biol_zadachi_site/Mol_biol_zadachi_Afanasieva.pdf
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
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. Сучасні проблеми молекулярної біології : підручник для студентів ВНМЗ України III-IV рівнів акредитації / С. І. Дубінін та ін. Полтава, 216. 395 с.
<https://core.ac.uk/download/pdf/200100722.pdf>
10. Journal of-molecular-biology <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-molecular-biology>
11. ScienceDirect. База журналів видавництва Elsevier <https://www.sciencedirect.com/science>
<https://www.imbg.org.ua/uk>