Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця
Національної академії наук України
Силабус навчальної дисципліни

МОЛЕКУЛЯРНІ МЕХАНІЗМИ ПАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

МВК22

Галузь знань	I Охорона здоров`я та соціальне забезпечення (22 Охорона здоров`я)
Спеціальність	I2(222)Медицина
Рівень освіти	Третій (освітньо-науковий)
Освітньо-наукова програма	Медицина (Патологічна фізіологія)
Статус	Навчальна дисципліна вибіркового компонента з фахового переліку
Форма навчання	Денна / заочна
Семестровий контроль	Диференційований залік

Курс	2
Семестр	3

ECTS	3
Годин	90

Розподіл годин

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
32	4	54

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Розумна Наталія Миколаївна	Розумна Наталія Миколаївна
Вчене звання	-	
Науковий ступінь	к.б.н.	к.б.н.
Профіль викладача	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506067843	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506067843
e-mail	nata_nr@biph.kiev.ua	nata_nr@biph.kiev.ua

Розроблено- к.б.н. Розумна Н.М.

Гарант ОНП
д.м.н. Євген МОІСЕЄНКО

Поточна редакція від «26» серпня 2026 р.

Зав. відділу «Випускова кафедра»
д.б.н., проф. Катерина РОЗОВА

Молекулярні механізми патологічних процесів

Мета та завдання освітньої компоненти

Метою викладання навчальної дисципліни «Молекулярні механізми патологічних процесів» є набуття аспірантами фундаментальних знань в галузі молекулярної фізіології, необхідних для розвитку наукового та методологічного кругозору в рамках тем досліджень Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАНУ, одержання професійної підготовки на сучасному рівні. Основними завданнями вивчення дисципліни є ознайомити аспірантів з основними поняттями молекулярної фізіології збудливих і незбудливих систем, освоїти загальні методологічні підходи до вивчення функцій фізіологічних систем, вивчити структуру і функції внутрішньоклітинних органел, внутрішньоклітинних і мембранозв'язаних рецепторів, сформувати наукові уявлення про молекулярні механізми передачі клітинних сигналів, синаптичної передачі та реалізації функцій внутрішніх органів в нормі та при патологічних станах, навчити обирати сучасні методи молекулярної фізіології і біофізики для дослідження функцій живої клітини.

Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Молекулярні механізми патологічних процесів» присвячена ознайомленню з проблемами, пов'язаними з вивченням базових принципів молекулярної організації живої клітини, які визначають нормальну функцію органів і організму в цілому та знайомить з сучасними науковими теоріями молекулярної будови та функцій клітин в нормі та при патології. У курсі приділяється увага результатам наукових досліджень, отриманих у останні роки, що стосуються молекулярних механізмів обробки інформації зовнішнього та внутрішнього середовищ, її сигнальної трансдукції та трансформації у відповідь та адаптацію організму.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Навчальна дисципліна «Молекулярні механізми патологічних процесів» є вибірковою для аспірантів 2-го року навчання за спеціальністю Медицина. Метою дисципліни є набуття аспірантами фундаментальних знань в галузі молекулярної фізіології, необхідних для розвитку наукового та методологічного кругозору в рамках тем досліджень Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАНУ, одержання професійної підготовки на сучасному рівні.

Необхідні навички

Дисципліна «Молекулярні механізми патологічних процесів» розрахована на аспірантів, які опанували основні поняття фізіології збудливих і незбудливих систем, біохімії, молекулярної біології і планують виконувати науково-дослідну роботу в галузі патологічної фізіології та електрофізіології.

Інформаційно-аналітичні навички: Аспіранти мають вміти працювати з науковою літературою та іншими джерелами інформації; визначати коло джерел для дослідження. Навички критичного аналізу, систематизації, порівняння та інтерпретації наукових даних і фактів.

Мовні та комунікативні навички: Вільне володіння державною (українською) мовою для викладу наукових думок усно та письмово. Володіння іноземною мовою (англійською) на рівні, достатньому для читання фахової наукової літератури, опрацювання публікацій та

підготовки матеріалів (не нижче B2). Базові навички публічного виступу, аргументації власної позиції та ведення фахової дискусії.

Цифрові та комп'ютерні навички: Впевнене користування базовим програмним забезпеченням (Microsoft Office, Google Docs, текстові та табличні редактори). Навички створення візуальних матеріалів і мультимедійних презентацій (PowerPoint, Canva тощо). Базове розуміння алгоритмів пошуку в мережі Інтернет та принципів роботи з електронними бібліотеками й каталогами.

Дослідницькі та організаційні навички: Базові знання з методології наукових досліджень за обраною спеціальністю.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі компетентності та програмні результати навчання за освітньою програмою:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК4. Здатність проводити наукові дослідження на професійному рівні, здійснювати управління науковими проєктами та приймати автономні рішення, дотримуватись норм безпеки, діяти творчо, ініціативно та наполегливо при вирішенні дослідницьких і клінічно-орієнтованих проблем.

ЗК7. Здатність критично мислити, оцінювати достовірність, відтворюваність та якість виконуваних досліджень і публікацій.

Спеціальні(фахові) компетентності (СК):

СК1. Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні біомедичні дослідження, створювати й інтерпретувати нові знання щодо етіології, патогенезу та системних механізмів розвитку патологічних процесів; самостійно формулювати наукову проблему, висувати інноваційні гіпотези щодо механізмів ушкодження, компенсації та адаптації організму, розробляти дизайн дослідження на адекватних моделях патологічних станів і отримувати результати із суттєвою науковою новизною, підтверджені публікаціями у провідних міжнародних виданнях (Scopus/WoS).

СК3. Компетентність аналізувати дані експериментальних і клінічних досліджень щодо біофізичних та молекулярно-фізіологічних механізмів розвитку патологічних процесів.

Глибоке розуміння фізико-хімічних основ порушень структури й функції біомембран, дизрегуляції іонних каналів та рецепторів, а також механізмів клітинної сигналізації в нормі та при моделюванні патологічних станів. Вміння застосовувати середовище R/RStudio або Python для статистичного аналізу, візуалізації та математичного моделювання.

СК4. Здатність усно й письмово презентувати, аргументувати та захищати результати наукових досліджень українською та англійською мовами, аналізувати англомовні наукові тексти за напрямом досліджень.

СК5. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі патологічної фізіології та експериментальної медицини, оцінювати й забезпечувати якість досліджень.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН1. Концептуальні та методологічні знання поглибленого рівня в галузі патологічної фізіології та суміжних медико-біологічних дисциплін для застосування у власних дослідженнях і викладацькій практиці.
ПРН2. Системні знання для інтерпретації механізмів розвитку типових патологічних процесів на організмовому, органному, клітинному та молекулярному рівнях.
ПРН7. Відповідні знання, розуміння та здатність до використання методів біостатистики й аналізу експериментальних і клінічних даних на сучасному публікаційному рівні.
ПРН9. Здатність до аналізу й синтезу систем, об'єктів і процесів у нормальному та патологічно зміненому організмі за допомогою комп'ютерних моделей та інформаційних технологій.

МЕТОДИКА ОПАНУВАННЯ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

Навчальний процес ґрунтується на принципах студентоцентрованого підходу та передбачає активну взаємодію викладача і здобувачів освіти, спрямовану на засвоєння теоретичного матеріалу, формування практичних умінь і розвиток здатності до самостійної навчальної та дослідницької діяльності.
Основними формами організації навчання є лекційні та семінарські заняття, а також самостійна робота здобувачів освіти. Під час лекцій переважно застосовується пояснювально-ілюстративний метод, що забезпечує системне та послідовне представлення навчального матеріалу із використанням відповідних прикладів, схем, візуальних матеріалів та інших засобів його унаочнення.
Семінарські заняття та виконання практичних завдань базуються на використанні частково-пошукових і дослідницьких методів навчання. Здобувачам пропонуються проблемні питання та практико-орієнтовані завдання, розв’язання яких передбачає самостійну роботу або роботу під керівництвом викладача. У процесі виконання таких завдань здобувачі формулюють і обґрунтовують власні ідеї та припущення, здійснюють пошук і критичний відбір необхідних джерел інформації, обирають відповідні методи й підходи, аналізують отримані результати та формулюють аргументовані висновки.

СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ (ДИСЦИПЛІНИ)

Назви змістових тем/лекцій	Кіл-ть годин	Назви семінарських занять	Кіл-ть годин	Назви завдань для самостійного опрацювання	Кіл-ть годин с.р.	Кіл-ть годин за темою усього
Модуль 1. Загальна молекулярна фізіологія						
Вступ до курсу. Цілі, строки, оцінювання. Дотримання академічної доброчесності, техніки безпеки.						
Тема 1. Предмет, завдання, основні поняття та методи молекулярної фізіології. Сучасні уявлення про молекулярну будову клітини	**2**			Підібрати статтю з методом дослідження молекулярної фізіології, проаналізувати як цим методом проводились експерименти і були отримані результати	**2**	**4**

				дослідження		
Тема 2. Молекулярна організація клітинних мембран	**2**			Молекулярні механізми мембранного транспорту	**2**	**4**
Тема 3. Молекулярна організація над- та підмембранних структур. Міжклітинна взаємодія	**2**			Роль різних міжклітинних контактів у функціонуванні клітин та органів.	**4**	**6**
Тема 4. Молекулярні механізми клітинної сигналізації	**2**			Система AMPK.	**4**	**6**
Тема 5. Молекулярні основи синаптичної передачі збудження	**2**			AMPA та NMDA рецептори.	**4**	**6**
Тема 6. Молекулярні механізми внутрішньоклітинної Ca^{2+} сигналізації	**2**	Семінар по модулю 1	**2**	Внутрішньоклітинний Ca2+ та стрес ендоплазматичного ретикулума.	**4**	**8**
Разом за модулем 1	**12**		**2**		**20**	**34**
Модуль 2. Молекулярна фізіологія систем організму						
Тема 7. Молекулярна фізіологія органів чуття	**2**			Молекулярні механізми ноцицепції	**4**	**6**
Тема 8. Молекулярні аспекти дії гуморальних речовин	**2**			Молекулярні механізми регуляції харчової поведінки: грелін, лептин.	**4**	**6**
Тема 9. Молекулярні механізми функціонування клітин крові	**2**			Молекулярні механізми фагоцитозу, система інтерлейкінів та ейкозаноїдів.	**4**	**6**
Тема 10. Молекулярні механізми імунної системи	**2**			Система комплементу її роль в імунологічному захисті організму.	**4**	**6**
Тема 11. Молекулярна фізіологія серця та системи кровообігу	**2**			Роль родини рецепторів PPAR і PGC-1α.	**4**	**6**
Тема 12. Молекулярні аспекти функціонування системи дихання	**2**			Роль динеїну та CFTR у мукоциліарному транспорті.	**4**	**6**
Тема 13. Молекулярні механізми функціонування шлунково-кишкового тракту.	**2**			Мікробіота кишечника як метаболічний орган.	**4**	**6**
Тема 14. Молекулярні механізми функціонування печінки та жовчного міхура, всмоктування речовин.	**2**			Принцип роботи ABC-транспортерів	**4**	**6**
Тема 15. Молекулярна фізіологія видільної системи	**2**			Протеасомний протеоліз Nedd-4 як ключовий механізм регуляції реабсобції натрію. Пендрин та активний транспорт хлору		

				та бикарбонатів.		
Тема 16. Молекулярні механізми змін функціонування організму при деяких захворюваннях	**2**	Семінар по модулю 2	**2**	Моделювання захворювань у лабораторних тварин	**2**	**6**
Разом за модулем 2	**20**		**2**		**34**	**56**
Усього годин	**32**		**4**		**54**	**90**

ПИТАННЯ ДЛЯ ПОТОЧНОГО І ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Що є предметом та основними завданнями молекулярної фізіології клітинних процесів?
2. Які сучасні уявлення існують про молекулярну будову та організацію клітинних мембран?
3. Опишіть структурно-функціональну роль ліпідних рафтів у плазматичній мембрані.
4. Які особливості молекулярної організації над- та підмембранних структур забезпечують міжклітинну взаємодію?
5. Які основні етапи та механізми включає процес експресії генів (транскрипція та трансляція)?
6. Яку роль відіграють епігенетичні модифікації, microRNA та siRNA у регуляції клітинних функцій?
7. Як формується мембранний потенціал спокою та яка роль йонних каналів у цьому процесі?
8. Які механізми лежать в основі генерації потенціалу дії та синаптичної передачі?
9. Опишіть ефекти Ca2+, що потрапляє до клітини після потенціалу дії.
10. Як працює модель вивільнення нейротрансмітера із аксонних терміналей (екзоцитоз) за участі SNARE-комплексу?
11. Опишіть кліринг-залежний ендоцитоз та його роль у везикулярному циклі.
12. Які існують Ca2+-канали та якими є механізми поповнення внутрішньоклітинних кальцієвих депо?
13. Яким чином кальцій виконує роль основного вторинного посередника в клітинній сигналізації?
14. У чому полягає суть теорії мікродоменів та вивільнення Ca2+ з ендоплазматичного ретикулуму (ЕПС)?
15. Які особливості будови та функціонування мають IP3-рецептори у процесах Ca2+-сигналізації?
16. Яку роль відіграє кальмодулін (CaM) та CaM-кіназа у формуванні ефекту клітинної пам'яті?
17. Опишіть механізм активації протеїнкінази С та її ефекторів у клітині.
18. Як мітохондрії беруть участь у регуляції внутрішньоклітинного кальцію (канали входу/виходу та вплив на ензими)?
19. Опишіть організацію та функціонування 7TM рецепторів і гетеротримерних G-білків.
20. і ефекти на метаболізм глюкози справляє епінефриновий шлях із участю цАМФ-залежних систем?
21. Назвіть головні мішені цАМФ, зокрема протеїнкіназу А, CREB, Epac та CNG-канали (funny currents).

22. Як діють холерний токсин та токсин кашлюку на внутрішньоклітинні сигнальні каскади?
23. Опишіть роль трансдюсину у процесах фоторецепції.
24. Як функціонує розчинна гуанілатциклаза та оксид азоту (NO) у процесах вазорелаксації?
25. Що таке нітрозилювання та як воно використовується як регуляторна модифікація білків?
26. Які шляхи синтезу та ефектори газового трансмітера сірководню (H_2S) у кардіо- і нейропротекції?
27. Опишіть сигнальні системи без вторинних посередників на прикладі рецепторних тирозинкіназ і МАП-кіназ.
28. Які особливості сигнальних каскадів характерні для рецепторів інсуліну та ростових факторів?
29. Опишіть фосфатидилінозитольну систему, активацію фосфоліпази С та утворення діацилгліцеролу (ДАГ).
30. Як реалізуються біологічні ефекти ліпофільних гормонів за участю ядерних (на прикладі ретиноєвої кислоти) та цитозольних (стероїдні гормони) рецепторів?
31. Які патологічні зміни у функціонуванні організму виникають при хворобі Паркінсона та хворобі Гентінгтона з точки зору молекулярної фізіології?
32. Які молекулярні механізми лежать в основі розвитку епілепсії та серцево-судинних захворювань?
33. Опишіть молекулярні маркери та механізми розвитку цукрового діабету і метаболічних розладів.
34. Які зміни функціонування клітин спостерігаються при злоякісному рості, раку певних органів та процесах канцерогенезу?
35. Опишіть молекулярні механізми розвитку енцефалопатій та нейродегенеративних захворювань.
36. У чому полягають молекулярні механізми апоптозу та програмованої загибелі клітин?
37. Які процеси визначають молекулярні механізми клітинної сенесценції та старіння організму?
38. Які існують механізми кардіо- та нейропротекції, що активуються ішемічним прекондиціюванням?
39. Опишіть роль вільних радикалів кисню та сигнальну роль оксидативного стресу в патології.
40. Які методологічні підходи та методи молекулярної фізіології та біофізики застосовуються для експериментального дослідження функцій живої клітини?

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Усне опитування на семінарських/практичних заняттях (1-10 балів), обов'язкові модульні опитування за тестовою системою (0-15 балів за модуль). Заохочуючі бали (1-10 балів за курс) можуть застосовуватись при експрес-опитуванні в процесі лекції (на розуміння її суті). Поточний контроль максимально 60 балів, підсумковий тест (диф.залік) – максимально 40 балів. Сумарна оцінка за курс формується, виходячи з максимальної кількості балів - 100. Отримана в такий спосіб оцінка є підсумковою заліковою.

Молекулярні механізми патологічних процесів

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за шкалою закладу вищої освіти / Institutional Grad		**Мін. Бал / Min. marks**	**Макс. Бал / Max. marks**	**Оцінка ЄКТС / ECTS grade**
Екзамен/ Exam	**Диф.Залік / Test**			
Відмінно /Excellent	Зараховано / Passed	90	100	A
Добре/ Good	Зараховано / Passed	82	89	B
		74	81	C
Задовільно/ Satisfactory	Зараховано / Passed	64	73	D
		60	63	E
Незадовільно/ Fail	Не зараховано / Fail	35	59	Fx
		1	34	F
Оцінки “Відмінно” “Добре” “Задовільно” виставляються за результатами складання екзаменів. Оцінка “Зараховано” виставляється за підсумками заліків				

Засвоєння аспірантом програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

Додаткові умови допуску до заліку:
У разі виникнення спірних питань щодо не допуску аспірантів до семестрової атестації, вони вирішуються лектором дисципліни спільно із завідувачем кафедри.

ПОЛІТИКА ТА КОНТРОЛЬ

Відвідування занять є обов’язковим для всіх аспірантів. Відвідування лекцій (та відсутність на них) не оцінюється.
Виконання практичних, лабораторних робіт та індивідуальних завдань є обов'язковим.
Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опановувати самостійно.
У системі оцінювання значною є питома вага балів за активність здобувача на заняттях. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від суми балів, що отримуються протягом семестру (разом не більше 10 балів).
Індивідуальні завдання: задачі перевіряються асинхронно через систему Гугл Клас, міні-доповіді заслуховуються під час лабораторних занять, виділяється час на питання та обговорення, відповіді впливають на сумарну оцінку доповіді.
Терміни виконання модульних контрольних робіт оголошуються перед їх початком, робота, не представлена вчасно, не зараховується. Результати виконання контрольної роботи доповідаються здобувачем під час заняття. Результат модульної контрольної роботи для здобувача, який не з’явився на контрольний захід, є нульовим.

Пропущені контрольні заходи можна перескласти у визначений викладачем час з дозволу завідувача кафедри. Аспіранти, які в поточному семестрі мали пропуски занять і до початку екзаменаційної сесії не засвоїли матеріал пропущених тем і розділів змістових модулів навчальної дисципліни та не подали обґрунтоване письмове пояснення причин пропущених

занять, до семестрової атестації з відповідної дисципліни не допускаються.

Академічна доброчесність. Норми етичної поведінки

Усі роботи мають бути самостійними, з належними посиланнями на використані джерела. Плагіат, фабрикація або фальсифікація даних, повторне подання однієї роботи, використання чужих матеріалів без вказівки авторства, а також неправомірне використання штучного інтелекту заборонені. У разі виявлення порушень робота не оцінюється (0 балів) із правом повторного виконання за рішенням викладача. Політика та принципи академічної доброчесності визначені Законами України, положенням Інституту Про академічну доброчесність
https://biph.kiev.ua/images/7/70/Положення_Про_академічну_доброчесність_1777965318.pdf
Очікується дотримання етичної поведінки під час занять: повага до колег, доброзичливе обговорення, коректне використання візуальних і текстових матеріалів. Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені Статутом, відповідними законами, підзаконними актами України та відповідними положеннями Інституту
https://biph.kiev.ua/images/5/5e/ПОЛОЖЕННЯ_про_комісію_НЕтик.pdf,
https://biph.kiev.ua/images/0/06/Polozhennya_pro_osvitnyu_diyalnist_BIPH-pd-2026.pdf

Політика використання ШІ-інструментів

Дозволяється використання інструментів штучного інтелекту (ШІ) як допоміжний інструмент, але не як заміну власній аналітичній та методичній роботі, зокрема для допомоги в написанні коду для аналізу, візуалізації даних тощо, попередньому редагуванні тексту, структуруванні, візуалізації або генерації ідей за умови перевірки фактичного матеріалу, критичного осмислення отриманого контенту та подання власної інтерпретації.
Загальні правила та норми етичного використання штучного інтелекту в освітньому процесі передбачають наступне:

- маркування згенерованого контенту
- використання ШІ не повинно порушувати принципи чесності, самостійності виконання завдань та коректного цитування джерел
- конфіденційна інформація про здобувачів освіти, працівників або фінансові операції не повинна завантажуватися в ШІ-системи
- будь-який контент, згенерований штучним інтелектом, має проходити перевірку людиною перед його використанням. ШІ не може бути автором наукової роботи, його використання має бути додатковим інструментом для аналізу даних або генерації ідей
- забороняється застосування ШІ для маніпуляції інформацією, фальсифікації наукових даних
- використання лише перевірених інструментів ШІ, які відповідають етичним стандартам та пройшли оцінку на відповідність. Заборонено використання програмного забезпечення та комунікаційного (мережевого) обладнання, включених до відкритого переліку забороненого до використання програмного забезпечення, який формує і веде Адміністрація Держспецзв'язку відповідно до Порядку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 22.10.2025 No 1335, на підставі рішень про застосування санкцій. Не допускається використання ШІ-сервісів та іншого програмного забезпечення, розробленого державою-агресором, підсанкційними особами, а також сервісів, які не забезпечують належного рівня захисту даних або мають непрозорі умови їх обробки (Yandex Cloud, Yandex Cloud AI Hybrid, Yandex SpeechKit Box тощо).

У кожному виконаному завданні, доповіді чи презентації обов'язково зазначається, якщо були, то які саме були використані ШІ-інструменти та з якою метою. Рекомендовано використати генератор декларації **GAIDeT** для розкриття делегування завдань інструментам генеративного ШІ. https://panbibliotekar.github.io/gaidet-declaration/index-uk.html

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Аспіранти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами, та відповідно до положення про порядок розгляду апеляцій https://biph.kiev.ua/images/c/c3/Положення_щодо_запобігання_дискримінації.pdf

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Базові:

1. Fundamentals of Cell Biology Copyright © 2024 by Lauren Dalton and Robin Young https://open.oregonstate.education/cellbiology/
2. Gordon Betts J., Peter Desaix, Eddie Johnson, Jody E. Johnson, Oksana Korol, et al. (2022) Anatomy and Physiology 2e, Openstax, Rice University. https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/1-introduction
3. Guyton, A. and Hall, J. (2021) Textbook of Medical Physiology (14th ed.) Elsevier.
4. Nelson, David L. Lehninger Principles of Biochemistry. 8th Edition / D.L. Nelson, M.M. Cox – Macmillan Learning, 2021. – 4381 p.
5. Urry Lisa A., Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Rebecca B. Orr, Neil A. Campbell. (2021) Campbell biology (12th ed.) Pearson Education, Inc, New York, NY.

Додаткові:

1. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія : підручник. 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2023. 664 с.
2. Луньова, Г. Г. Клінічна біохімія: в трьох томах: підручник / Г.Г. Луньова, Г.М. Ліпкан, Л.В. В'юницька [та 31 інших]; за загальною редакцією Луньової, Г.Г.; Міністерство охорони здоров'я України, Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика. - Львів : Видавництво " Магноліч", 2023.
3. Оригінальні журнальні статті та огляди.

Інформаційні ресурси:

1. Електронний курс на освітній платформі Google Classroom - "Молекулярні аспекти функціональних процесів" https://classroom.google.com/c/Njg3NTQ4Njg5MzU3?cjc=wgbgslv
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/
3. NCBI databases http://www.ncbi.nlm.nih.gov
4. Інститут фізіології ім. Богомольця http://biph.kiev.ua/uk
5. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського http://www.nbuv.gov.ua/
6. Національна наукова медична бібліотека України https://library.gov.ua/
7. E-bookua https://e-bookua.org.ua/
8. Електронна бібліотека Запорізького національного університету/Електронні ресурси бібліотеки http://library.znu.edu.ua/pro_biblioteku/365.ukr.html
9. Центр біохімії http://biochemistry.com.ua
10. Медична інформаційна мережа https://www.medicinform.net/