

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

Природничо-географічний факультет

Кафедра біології та методики навчання біології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Декан природничо-географічного факультету

Л.П. Міронець

« 1 » вересня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ВК. МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ

галузь знань: 01 Освіта

спеціальність: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

освітньо-професійна програма: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Початкова освіта/Психологія

мова навчання: українська

Погоджено науково-методичною комісією природничо-географічного факультету

« 30 » серпня 2023 р.

Голова

(Міронець Л.П., к.пед.н, доцент)

Суми – 2023

Розробник: Торяник В.М., канд. біол. наук, доцент кафедри біології та методики навчання біології

Робоча програма розглянута на засіданні кафедри біології та методики навчання біології

Протокол № 1 від «30» серпня 2023 року.

Завідувач кафедри

Литвиненко Ю.І., к.б.н., доцент



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4.0	Бакалавр	Обов'язкова	
		Рік підготовки:	
3-й		3-й	
Семестр			
5-й			
Лекції			
14 год.		2	
Практичні, семінарські			
0 год.		0 год.	
Лабораторні			
34 год.		6 год.	
Самостійна робота			
72 год.		112 год.	
Консультації:			
–	–		
Вид контролю: залік			
Загальна кількість годин – 120			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення «Молекулярної біології» є продовження формування у здобувачів освіти понять про молекулярний рівень живої матерії, розвиток у них вміння вивчення і пізнання явищ життя на основі розуміння ролі молекул і біомолекул в утворенні біологічних структур та їх функцій.

Основними завданнями вивчення дисципліни є формування:

а) теоретичних знань про:

- ✓ роль неорганічних і органічних речовин у клітині, розкрити особливості їх будови у зв'язку із функціями, які вони виконують;
- ✓ генетичний спадковий зв'язок живої та неживої матерії;
- ✓ основні концепції структурної організації білків і нуклеїнових кислот;
- ✓ механізми відтворення і реалізації генетичної інформації;
- ✓ особливості організації геному та принципи його функціонування;
- ✓ сучасні методи молекулярно-біологічних досліджень, перспективи їх розвитку та сфери застосування;
- ✓ досягнення та відкриття молекулярної біології та сфери їх практичного застосування.

б) практичних умінь та навичок:

- ✓ критично осмислювати та аналізувати літературу з питань молекулярної біології;
- ✓ здобувати нові знання, використовуючи сучасні інформаційні освітні технології;
- ✓ відтворювати основні змістові елементи навчальної дисципліни;
- ✓ використовувати при цьому схеми, що відображають основні молекулярні процеси життя;
- ✓ користуватися таблицями генетичного коду;
- ✓ обчислювати коефіцієнт специфічності ДНК та визначати нуклеотидний склад нуклеїнових кислот згідно поданих даних;
- ✓ вираховувати масу, довжину гена та масу білка згідно заданих параметрів;
- ✓ будувати рестрикційні карти ДНК;
- ✓ проводити фізико-хімічний аналіз білків і нуклеїнових кислот;
- ✓ працювати з банками даних біологічних послідовностей в мережі Інтернет;
- ✓ використовувати знання з молекулярної біології в науково-педагогічній та практичній діяльності.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Відсутні. Вивчення дисципліни передбачає дотримання положень Кодексу академічної доброчесності СумДПУ імені А. С. Макаренка, затвердженого наказом № 420 від 30 вересня 2019 року.

4. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄCTS	Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача освіти
А	Глибоко і міцно засвоїв програмний матеріал; вичерпно, послідовно, грамотно і логічно його викладає. Прогнозує і передбачає подальший хід явища, описує можливі наслідки, результати, що випливають з наявних даних, на основі проблемної ситуації, виділяє проблему, конструює гіпотези і перевіряє їх. При цьому не має утруднень при відповідях на видозмінені завдання, вільно справляється із класифікаціями, типологіями та іншими видами застосування знань, показує знайомство з монографічною літературою, правильно обґрунтовує прийняті рішення, володіє різнобічними навичками і прийомами виконання практичних завдань, володіє в повному обсязі специфічним поняттєво-термінологічним апаратом з дисципліни.
В	Добре знає програмний матеріал, грамотно й по суті викладає його; не допускає суттєвих неточностей у відповідях на питання, правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних завдань, впевнено володіє необхідними навичками і прийомами їх виконання, коректно встановлює причинно-наслідкові зв'язки.
С	Знає програмний матеріал, грамотно й по суті викладає його, але допускає деякі неточності під час відповіді; правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних завдань, володіє необхідними навичками і прийомами їх виконання. Самостійно відтворює знання з елементами перетворення. Застосовує їх у видозмінений, але близькій до типової ситуації, однак потребує допомоги викладача. Дає свою власну інтерпретацію матеріалу (пояснення, короткий виклад). Уміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, здійснює перенесення дій.
D	Має знання лише основного матеріалу, але не засвоїв його окремих деталей, допускає неточності, недостатньо правильні формулювання, порушення послідовності у викладі програмного матеріалу і відчуває утруднення при виконанні практичних завдань.
Е	Самостійно відтворює інформацію та застосовує її у типовій ситуації, але при цьому виявляє невпевненість у своїх діях. На основі фактів робить висновки, але за допомогою викладача, намагається зробити звіт про виконані дії.

F	Не знає більшої частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки; не володіє у достатньому обсязі поняттєво-термінологічним апаратом науки; невпевнено, із помилками виконує практичні завдання; не вміє наводити приклади із життя та встановлювати причинно-наслідкові зв'язки; відтворює інформацію лише на основі зовнішньої підказки.
FX	Має загальне уявлення про навчальну дисципліну, знання програмного матеріалу носить фрагментарний характер, відповіді на запитання дає «так» чи «ні».

Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти (ДФН)

P1				P2					P3			P4		КР	Разом	Загальна сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14		60	100
Поточний контроль																
4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4			
Самостійна робота															40	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	10		

P1, P2,...P4 - розділи; T1, T2, ...T14 – теми; КР – контрольна робота

Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти (ЗФН)

P1				P2					P3			P4		КР	Разом	Загальна сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14		40	100

Поточний контроль																
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2		
Самостійна робота															60	
4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	10		

P1,P2, ...P4 - розділи; T1,T2,...T14 - теми; КР - контрольна робота.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
74 – 81	C	
64 – 73	D	
60 – 63	E	задовільно
35–59	F	незадовільно з можливістю повторного складання
1 – 34	FX	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

5. Засоби діагностики результатів навчання

Поточний та підсумковий контроль проводяться відповідно до вимог Положення «Про порядок оцінювання знань студентів у Європейській кредитно-трансферній системі (ЄКТС) організації освітнього процесу», затвердженого вченою Радою СумДПУ імені А. С. Макаренка (протокол №7 від 23.02.2015).

Засобами та формами формативного оцінювання є: усне опитування, та коментарі викладача за його результатами, обговорення та самокорекція виконаної здобувачами освіти роботи, самооцінювання. Сумативне оцінювання включає оцінки за виконання завдань лабораторних занять (поточний контроль) та контрольної роботи за результатами виконання самостійної роботи. Оцінювання знань здобувачів освіти охоплює усі теми, які передбачені робочою програмою навчальної дисципліни.

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. ВСТУП. СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ БІЛКІВ

Тема 1. Предмет молекулярної біології. Основні етапи розвитку науки. Визначення предмету молекулярної біології та його зв'язок з іншими біологічними дисциплінами. Історія розвитку молекулярної біології, основні етапи її становлення. Найвизначніші відкриття та досягнення молекулярної біології. ДНК та Нобелівські лауреати. Завдання та перспективи молекулярної біології на сучасному етапі її розвитку.

Тема 2. Малі молекули в біологічних системах. Сполуки вуглецю і деякі їх властивості. Вуглеводи. Макроергічні сполуки. Ліпіди. Роль ліпідів в утворенні клітинних структур. Хімічна еволюція і біохімічна універсальність.

Тема 3. Будова та функції білків і пептидів. Властивості амінокислот та їх класифікація. Первинна структура білка та методи її вивчення. Вторинна структура білка та її особливості. Третинна та четвертинна структура білка. Функції білків.

Фізико-хімічні властивості білків та методи їх вивчення. Якісні реакції на білки. Осадження білків із розчинів: зворотне та незворотне осадження та їх принципи. Поняття про ізоелектричну точку.

Основи ферментативного каталізу. Білки-ферменти та їх класифікація. Загальна характеристика порфіринів: гемоглобін, міоглобін, цитохроми, хлорофіл. Будова та функції гемоглобінів. Гемоглобіни P, A₁, A₂ та ін. Серповидно-клітинна анемія. Аномальні гемоглобіни. Молекулярна еволюція гемоглобінів.

Тема 4. Біологічні мембрани. Структура та функції клітинних мембран. Хімічний склад біологічних мембран. Функції білків і ліпідів у мембранах. Триламінарна будова мембран. Напівпроникність клітинних мембран, системи активного і пасивного транспорту речовин через мембрани. Молекулярні механізми полегшеної дифузії і активного переносу речовин через мембрани. Мембрани, як динамічні біологічні системи.

РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРА ТА БІОСИНТЕЗ НУКЛЕЇНОВИХ КИСЛОТ

Тема 5. Будова та властивості нуклеїнових кислот. Докази генетичної ролі нуклеїнових кислот. Хронологія відкриттів, що підготували створення Дж. Уотсоном та Ф. Кріком моделі подвійної спіралі ДНК. Локалізація ДНК у клітині. Типи клітинних ДНК.

Первинна структура нуклеїнових кислот. Нуклеозиди та нуклеотиди: їх будова та конформація. Нітратні (азотисті) основи та їх класифікація. Мінорні нітратні (азотисті) основи.

Принципи вторинної структури ДНК. Правила Е. Чаргаффа. Модель

ДНК Уотсона та Кріка. Параметри та архітектура подвійної спіралі ДНК. Принцип комплементарності. Міжланцюгові та внутрішньоланцюгові взаємодії в ДНК. Поліморфізм ДНК (форми В, А, С, D, E). Неканонічні форми ДНК (Z, H, хрести). Умови переходів між різними формами ДНК. Біологічне значення різних форм ДНК.

Третинна структура ДНК. Властивості кільцевих ковалентно замкнутих ДНК. Явище суперспіралізації ДНК. Топологічні та геометричні характеристики кільцевих замкнутих ДНК: порядок (число) зачеплень, кручення (Tw), райзинг; зв'язок між ними – формула Уайта. Від'ємна та позитивна суперспіралізація. Суперспіралізація як спосіб запасання енергії. Третинна структура молекули ДНК у еукаріот. Хромосома як клітинний дезоксирибонуклеопротейд. Основні компоненти хроматину: ДНК, гістони, не гістонові білки, РНК; його структура і функції. Рівні компактизації ДНК: нуклеосомний, фібрилярний, петельний (доменний). Особливості будови соленоїда, нуклеосоми і суперспіралі ДНК у еукаріотів. Концепція нуклеосомної організації ДНК у хроматині. Вищі рівні організації хроматину. Активна інтерфазна і не активна конденсована хромосома: їх структурна відмінність. Будова мета фазної хромосоми. Інтерфазна хромосома як поєднання активного і неактивного стану нуклеопротейду. Сателітні ДНК і організатор ядерець як компоненти гетерохроматину.

Фізико-хімічні властивості ДНК. Чутливість молекул ДНК до кислот, лугів, температури. Денатурація (плавлення) ДНК. «Відпал» – реасоціація (ренатурація) ДНК.

Макромолекулярна структура РНК. Особливості будови. Первинна структура РНК, мономери. Особливості вторинної структури РНК: дволанцюгові спаралізовані ділянки, петлі, шпильки. Третинна структура РНК та принципи її утворення: водневі зв'язки, стекінг-взаємодія.

Класи клітинних РНК. Розмір молекул, локалізація у клітині та функції.

Генетичний код. Історія відкриття. Основні властивості. Універсальний, квазіуніверсальний та ідеальний генетичний код. Правило вродженості квазідублетного коду.

Тема 6. Характеристика та властивості геному. Локалізація нуклеїнових кислот у клітині. Структурно-функціональна організація бактеріальних та еукаріотичних геномів.

Бактеріальний геном. Характеристика геномної ДНК. Компактизація ДНК бактерій. Суперспіралізовані петлі нуклеотиду. ДНК-зв'язуючі білки петель, структура та функції. Роль доменної організації у функціонуванні генома.

Геном еукаріот. Структурні елементи генома: полі пуринові та

поліпіримідинові блоки, сателітна ДНК, повтори та унікальні послідовності. Функції структурних елементів генома. Основні властивості еукаріотичного генома: надлишковість, компактність, компартименталізація і нестабільність. Відмінності між прокаріотичним та еукаріотичним геномами. Особливості геномів хлоропластів і мітохондрій.

Пластичність геномів. Явище транспозиції. Відкриття транспозиції у бактерій та молекулярні механізми її протікання: реплікативна та не реплікативна транспозиція. Мобільні елементи еукаріот. Ретротранспозони, ретропозони та мобільні елементи, обмежені інвертованими повторами. Функції мобільних елементів геному. Можлива роль в еволюції.

Молекулярно-біологічні методи аналізу генома: електрофорез, молекулярна гібридизація, блот-гібридизація, рестрикційне картування та секвенування ДНК, молекулярне клонування, ампліфікація ДНК *in vitro* – полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР).

Тема 7. Молекулярні механізми реплікації ДНК. Визначення поняття та основні принципи реплікації. Напівконсервативна модель реплікації ДНК. Досліди Тейлора. Реплікативна вилка. Реплікон, лідируючий ланцюг. Фрагменти Оказакі. Ферментативний апарат ДНК-залежного синтезу. Загальні властивості ДНК-полімераз. ДНК-полімерази про- та еукаріотів. Основні етапи реплікації. Реплікація ДНК у прокаріот. Особливості реплікації ДНК у еукаріот.

Тема 8. Молекулярні механізми репарації ДНК. Причини помилок під час синтезу ДНК. Основні типи репарабельних пошкоджень ДНК та принципи їх усунень: пряма реактивація, фотореактивація, ексцизійна репарація, індукована репарація, SOS-репарація, репарація неспарених нуклеотидів. Репаросома про- та еукаріот.

Тема 9. Транскрипція в клітинах прокаріот та еукаріот. Визначення поняття та основні принципи транскрипції. Роль РНК-залежних ДНК-полімераз в процесі транскрипції. Транскрипція у прокаріот. Поняття про оперон та його будова. Основні етапи та регуляція транскрипції у прокаріот. Особливості транскрипції у еукаріот. Регуляція експресії: енхансери і сайленсери. Зворотна транскрипція – РНК-залежний синтез ДНК.

РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРА РИБОСОМ ТА БІОСИНТЕЗ БІЛКА

Тема 10. Процесінг РНК. Визначення поняття «процесінг» та основні його етапи. Процесінг м-РНК: кепірування та поліаденілування, його механізм та зв'язок із термінацією транскрипції. Сплайсинг. Організація сплайсосоми. Білки-регулятори сплайсингу. Альтернативний сплайсинг. Редагування мРНК. Транспорт мРНК у цитоплазму. Узагальнена первинна структура мРНК, її характерні елементи. Процесінг р-РНК. Механізми

										б	с	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РОЗДІЛ 1. ВСТУП. СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ БІЛКІВ												
Тема 1. Предмет молекулярної біології. Основні етапи розвитку науки	7	1	0	0	0	6	9	1	0	0	0	8
Тема 2. Малі молекули в біологічних системах	6	0	0	0	0	6	8	0	0	0	0	8
Тема 3. Будова та функції білків і пептидів	6	0	0	2	0	4	8	0	0	0	0	8
Тема 4. Біологічні мембрани	4	0	0	0	0	4	8	0	0	0	0	8
Разом	23	1	0	2	0	20	33	1	0	0	0	32
РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРА ТА БІОСИНТЕЗ НУКЛЕЇНОВИХ КИСЛОТ												
Тема 5. Будова та властивості нуклеїнових кислот	12	2	0	4	0	6	13	1	0	4	0	8
Тема 6. Характеристика та властивості геному	11	1	0	4	0	6	8	0	0	0	0	8
Тема 7. Молекулярні механізми реплікації ДНК	10	2	0	4	0	4	8	0	0	0	0	8
Тема 8. Молекулярні механізми репарації ДНК	12	2	0	4	0	6	8	0	0	0	0	8
Тема 9. Транскрипція в клітинах прокаріот та еукаріот	10	2	0	4	0	4	8	0	0	0	0	8
Разом	55	9	0	20	0	26	37	1	0	4	0	32
РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРА РИБОСОМ ТА БІОСИНТЕЗ БІЛКА												

Тема 10. Процесінг РНК	6	0	0	2	0	4	8	0	0	0	0	8
Тема 11. Транспортні і рибосомні РНК. Структура рибосом	8	0	0	2	0	6	8	0	0	0	0	8
Тема 12. Трансляція – рибосомний синтез білка	12	2	0	4	0	6	8	0	0	0	0	8
Разом	26	2	0	8	0	14	24	0	0	0	0	24
РОЗДІЛ 4. СУЧАСНІ ПИТАННЯ ГЕННИХ ТЕХНОЛОГІЙ												
Тема 13. Сучасні методи досліджень молекулярної біології	10	2	0	2	0	6	10	0	0	2	0	8
Тема 14. Сфери застосування сучасних методів молекулярної біології	8	0	0	2	0	6	8	0	0	0	0	8
Разом	18	2	0	4	0	12	18	0	0	2	0	16
Усього годин	120	14	0	34	0	72	120	2	0	6	0	112

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть годин	
		д.ф.н	з.ф.н
1.	Будова та фізико-хімічні властивості білків	2	
2.	Методи виділення ДНК з біологічного матеріалу	2	
3.	Фізико-хімічні методи дослідження ДНК	2	
4.	Хімічний склад та структура нуклеїнових кислот	2	2
5.	Розв'язування задач з теми “Хімічний склад та структура нуклеїнових кислот”	2	2
6.	Гени і геноми.	2	
7.	Розв'язування задач з теми “Гени і геноми”	2	
8.	Загальні закономірності реплікації. Особливості реплікації в клітинах про- та еукаріотів	2	

9.	Розв'язування задач з теми “Загальні закономірності реплікації. Особливості реплікації в клітинах про- та еукаріотів”	2	
10.	Репарація ДНК.	2	
11.	Розв'язування задач з теми “Репарація ДНК”	2	
12.	Транскрипція	2	
13.	Розв'язування задач з теми “Транскрипція”	2	
14.	Трансляція.	2	
15.	Розв'язування задач з теми “Трансляція”	2	
16.	Сучасні ДНК-технології	2	2
17.	Розв'язування задач з теми “Сучасні ДНК-технології”	2	
	Разом	34	6

7. Рекомендовані джерела інформації

Основні:

1. Біологічна і біоорганічна хімія: підручник /за ред. Член-кор НАМН України Ю. І. Губського, професора І. В. Ніженковської. К.: ВСВ «Медицина», 2021. 544 с. URL: <https://www.academia.edu>

2. Методика розв'язання задач та завдань з біології: методичні вказівки до практичних занять та виконання здобувачами освіти самостійної роботи / укладач Торяник В. М.. Суми : ФОП Цьома С.П., 2023. 39 с. URL: <https://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/12930>

3. Методичні рекомендації до розв'язування типових задач з генної інженерії [Текст]:для самостійної роботи здобувачів вищої освіти за ОПП 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 091 Біологія / укладач В. М. Торяник. Суми : ФОП Цьома С. П., 2022. 18 с. URL: <https://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/12929>

4. Методичні вказівки до лабораторних занять з «Молекулярної біології з основами біотехнології та генної інженерії» (для студентів спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) / Уклад. Торяник В.М. Суми : ФОП Цьома, 2023. 28 с. URL:<https://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/312/simplesearch?filterquery=Torianyk%2C+Valentyna+Mykolaivna&filtername=author&filtertype>equals>

5. Сидорович М. М., Солоня Ю. О. Цитологія з основами молекулярної біології: навчальний посібник для студентів педагогічних і біологічних спеціальностей. ФОП Вишимирський В.С., 2020. 89 с. URL: https://www.kspu.edu/About/Faculty/Faculty_of_biolog_geograf_ecol/Department_ofHumanBiologyandImmunology/Human_resource_staff/Scientific_publications.aspx

6. Шапран Ю. П. Біотехнологія, генна інженерія: навч.-метод. посіб. Переяслав-Хмельницький (Київ.обл.): Домбровська Я., 2019. 132 с. URL: <http://ephsheir.phdpu.edu.ua/bitstream/handle>

Додаткові:

1. Біологічна та біоорганічна хімія: підручник. У 2 т. Т. 1 «Молекулярна організація живого. Метаболізм та біоенергетика». Т. 2 «Біохімічні основи молекулярної біології, міжклітинних комунікацій і регуляторних систем» / Л. І. Остапченко, В. К. Рибальченко. – К.: ВПЦ «Київський університет». Т. 1, 2014. 1044 с.; Т. 2, 2015. 918 с.
2. Молекулярна генетика та технології дослідження геному : навч. посіб. / [М. І. Гиль, О. Ю. Сметана, О. І. Юлевич та ін.] ; за ред. професора М. І. Гиль. – Миколаїв : МНАУ, 2014. 280 с.
3. Остапченко Л. І., Гребіник Д. М. Біохімія нуклеїнових кислот. Навчальний посібник. К. : КНУ ім. Т.Шевченка, 2013. 290 с.

Інформаційні ресурси

Освітній ресурс: Labxchange

<https://www.labxchange.org/library?t=Language%3Auk&page=7&size=24&order=relevance>

Освітній ресурс Медичного інституту Говарда Г'юза:

<https://www.hhmi.org/biointeractive>

<https://www.scienceinschool.org/>

Освітній ресурс: Ricochet science, Ricochet science nucleic acids:

<https://www.youtube.com/watch?v=OGD3q1eQ1TE&list=PL6CmKEk-VCe9Gu5JwLi30C9pxT9-NVkYX>

<https://www.youtube.com/watch?v=MA-ouz1LtpM&list=PL6CmKEk-VCe9Gu5JwLi30C9pxT9-NVkYX&index=2>

Evolution: DNA and the Unity of Life:

<https://teach.genetics.utah.edu/content/evolution/>

Молекулярна біологія. Новини молекулярної біології. URL: <http://sci-lib.com/molecular-biology>

EMBL (European Molecular Biology Laboratory) – база даних усіх розшифрованих нуклеотидних послідовностей (ДНК і РНК) Європейської молекулярнобіологічної лабораторії, яка працює при Європейському інституті біоінформатики (the European Bioinformatics Institute (EBI)). URL: <https://www.embl.org/>

Основний інструмент пошуку нуклеотидних послідовностей та поліпептидних послідовностей BLAST. URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

База даних аналізу поліпептидних послідовностей ExPASy (Expert Protein Analysis System) Translation Tool – Swiss Institute of Bioinformatics. URL: <http://web.expasy.org/translate/>

База даних аналізу поліпептидних послідовностей EMBOSS Transeq from EBI. URL: <http://www.ebi.ac.uk/Tools/st/>

UniProt – найбільша якісна база даних, яка містить амінокислотні послідовності білків (консорціум UniProt утворюють Європейський Інститут Біоінформатики (EBI), Швейцарський Інститут Біоінформатики (SIB) та Ресурс Інформації про Протеїни (PIR)). URL: <https://www.ebi.ac.uk/uniprot/index>

База DNA to Protein Translation. URL: <http://bio.lundberg.gu.se/edu/translat.html>

Київська енциклопедія генів і геномів – Kyoto ENCYCLOPEDIA of Genes and genomes. Pathway Database. URL: www.genome.jp/kegg/KEGG

ChEMBL або ChEMBLdb – база хімічних молекул з біоактивними властивостями, що підтримується Європейським Інститутом Біоінформатики (EBI), Європейською Лабораторією Молекулярної Біології (EMBL), розташовується у Wellcome Trust Genome Campus, Хінкстон, Велика Британія. URL: <https://www.ebi.ac.uk/chembl/>

URL: <https://www.genome.gov/genetics-glossary>

URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

URL: <https://www.genome.gov/human-genome-project>

URL: https://www.sciencedaily.com/terms/molecular_biology.htm

URL: <https://di.uq.edu.au/community-and-alumni/sparq-ed/cell-and-molecularbiologyexperiences/dna-restriction-and-electrophoresis/introduction-molecularbiology>

MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. URL: <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>. Розділ «Biology». URL:

<http://www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&soft.hroperty=overallRating>

iLumina–digital library of educational resources for science and mathematics. URL: <http://www.ilumine-dlib.org/index.asp>. Розділ «Biology». URL: <http://www.ilumine-dlib.org/browse.asp?taxon1=Biology>

ben-BioSciEdNet-National for Science Digital Library (NSDL) portal for teaching and learning in the biological sciences. URL: <http://www.bioscienet.org/portal/index.php>. Розділ «Bioinformatics, Genomics and Proteomics». URL: <http://www.bioscienet.org/portal/search/browse.php?step=2&nav=main&by=subject&filter=&value=Bioinformatics+Genomics+Proteomics&freeResourcesOnly=yes>

Офіційний веб-сайт Нобелівської премії. URL: <https://www.nobelprize.org/>

Офіційний сайт онлайн-бібліотеки освітньої та наукової літератури. URL: <https://eduknigi.com>

Сайт наукової бібліотеки СумДПУ імені А. С. Макаренка. URL: <https://library.sspu.edu.ua/>

Сайт електронної бібліотеки підручників. URL: <http://studentam.kiev.ua>

Сайт безкоштовних електронних підручників онлайн. URL: <https://pidru4niki.com>

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

- мультимедійний комплекс;
- підручники та навчальні посібники, зазначені у списку, електронний каталог бібліотеки Сумського державного педагогічного університету, інституційний репозитарій eSSPUIR;
- інформаційні ресурси, зазначені у списку;
- відеоматеріали за темами курсу;
- лабораторне обладнання для виділення ДНК з біоматеріалу та вивчення фізико-хімічних властивостей ДНК і білків.