

**Сумський державний педагогічний університет
імені А.С. Макаренка
Природничо-географічний факультет**

Кафедра біології та методики навчання біології

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 1.9 Молекулярна біологія

галузь знань: 09 Біологія

спеціальність: 091 Біологія

освітньо-професійна програма: 091 Біологія

мова навчання: українська

УХВАЛЕНО

Рішенням кафедри біології та методики
навчання біології

Протокол № 1 від 30 серпня 2023 року

Загальна інформація про дисципліну

Назва дисципліни	Молекулярна біологія
Викладач	Торяник Валентина Миколаївна
Профайл викладача	https://pgf.sspu.edu.ua/media/attachments/2023/09/07/toryanyk.pdf
E-mail:	toryanik_vn@ukr.net
Контактний телефон	0667508665
Сторінка курсу в Moodle	ДФН: https://dl.sspu.edu.ua/course/view.php?id=2512 ЗФН: https://dl.sspu.edu.ua/course/view.php?id=6831
Консультації	Консультації проводяться щовівторка з 14.20 до 15.40: групові або одноосібні. Також можливі он-лайн консультації через інтернет ресурси. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.

Анотація до дисципліни

Навчальна дисципліна «Молекулярна біологія» є складовою частиною загальнобіологічної підготовки в системі професійної підготовки біолога, спрямованою на формування у здобувачів вищої освіти системи спеціальних знань та практичних навичок з принципів будови та функціонування біомолекул, що зберігають і реалізують генетичну інформацію.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни: формування у здобувачів освіти знань 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.

Структура, зміст курсу, організація різних видів діяльності студентів спрямовані на розв'язання наступних **завдань**:

а) формування 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) формування практичних вмінь 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.

Формат дисципліни

Ознаки дисципліни	
Рік викладання	2023/2024
Освітній ступінь	бакалавр
Курс навчання	3
Семестр	5
Формат курсу	очний/заочний
Обов'язкова /вибіркова	вибіркова
Кількість кредитів/годин	4/120
Кількість розділів	4
Форма контролю	залік
Лекції	14
Лабораторні заняття	34
Консультації	—
Самостійна робота	72

Тематичний план вивчення 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 НУКЛЕІНОВИХ 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) зацеплень, 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, компартменталізація 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. Реплікони, 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 сплайсингу рРНК. Автосплайсинг рРНК. РНК як каталізатор: розширення поняття біохімічного каталізу. Рибозими, їх типи. Процесінг тРНК.

Тема 11. Транспортні та рибосомні РНК. Структура рибосом. Будова та функції тРНК. Первинна та просторова структура тРНК. Аміноацил-РНК-синтетази, їх властивості, будова та функції. Будова, фізико-хімічні властивості рибосом. Особливості будови рибосом про- та еукаріотичної рибосоми. Каталітичні центри рибосом. Біосинтез рибосом. Рибосомні білки та збірка рибосоми.

Тема 12. Трансляція – рибосомний синтез білка. Основні етапи трансляції. Рекрутування амінокислот до білкового синтезу. Аміноацилактикування та акцептування амінокислот. Загальний механізм ініціації трансляції, фактори ініціації, послідовність процесів при ініціації. Елонгація трансляції. Термінація трансляції. Стоп-кодони. Фактори термінації та механізм їх дії. Звільнення поліпептиду з рибосоми. Звільнення компонентів білок-синтезуючої машини та дисоціація рибосоми. Методи вивчення білкового синтезу.

РОЗДІЛ 4. СУЧАСНІ ПИТАННЯ ГЕННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Тема 13. Сучасні методи досліджень молекулярної біології. Хімічний синтез ДНК та РНК. Молекулярне клонування ДНК. Метод ПЛР (полімеразної ланцюгової реакції) – деякі аспекти теорії метода. Секвенування ДНК. Секвенування цілих геномів організмів. Програма «Геном людини».

Технологія рекомбінантних ДНК та генна інженерія. Трансгенні організми: проблеми та перспективи. Генна інженерія білків. Геноміка, протеоміка та біоінформатика. ДНК-чіпи та наноструктури.

Тема 14. Сфери застосування сучасних методів молекулярної біології. Молекулярно-біологічні методи у сфері здоров'я людини і тварин: діагностика захворювань людини, генотерапія. Молекулярно-біологічні методи у фармакології: ДНК-вакцини та інші лікарські препарати. Ідентифікація організмів: археологія та систематика рослин, тварин і грибів. Молекулярно-біологічні методи у судовій медицині та криміналістиці. Використання рекомбінантних організмів для одержання комерційних продуктів. Генетичні штрих-коди організмів.

Політика дисципліни

Вивчення навчальної дисципліни потребує: виконання завдань самопідготовки до лабораторних занять, завдань аудиторної роботи на лабораторних заняттях, завдань позааудиторної самостійної роботи на лабораторних заняттях; роботи з інформаційними джерелами, опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Результатом підготовки до лабораторного заняття повинно бути змістовне володіння здобувачем освіти матеріалом теми лабораторного заняття, а саме: опрацювання програмних теоретичних питань з теми лабораторного заняття, виконання всіх завдань аудиторної та самостійної позааудиторної роботи. Виконання завдань повинно як за формою, так і за змістом відповідати вимогам, що висуваються до виконання відповідного завдання, виконуватися самостійно, не мати ознак плагіату.

На лабораторних заняттях присутність здобувачів вищої освіти є обов'язковою, важливою також є їх участь в обговоренні всіх питань теми, виконання усіх аудиторних завдань.

Забороняється запізнюватись на навчальні заняття та пропускати їх без поважних причин. Пропущені заняття мають бути відпрацьовані на консультаціях. Це ж стосується й здобувачів освіти, які не виконали завдання або показали відсутність знань з основних питань теми. Здобувач освіти повинен дотримуватися навчальної етики, з повагою ставитися до учасників освітнього процесу, бути стриманим, уважним та дотримуватися дисципліни й часових (строкових) параметрів освітнього процесу. Під час контрольних заходів здобувачам освіти забороняється використовувати джерела інформації, усні підказки, письмові роботи інших осіб, друковані книги, методичні посібники, телефони, планшети. Забороняється користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття, в цілях не пов'язаних з навчанням.

За наявності об'єктивних обставин передбачене онлайн навчання на платформі Moodle.

Академічна доброчесність

Очікується, що індивідуальні завдання здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять приклади можливої академічної недоброчесності. Неприпустимо надавати для оцінювання письмову роботу, підготовлену за участю інших осіб. Списування під час виконання тестових завдань чи залікової контрольної роботи – заборонене. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Система оцінювання та вимоги

Засобами та формами оцінювання є усне та письмове опитування, тестування, оцінки за виконання лабораторних робіт, оцінки за контрольні роботи. Поточний контроль навчальних досягнень здійснюється протягом семестру на лабораторних заняттях. Результати (кількість набраних балів) фіксує викладач.

Поточний контроль відображає поточні навчальні досягнення здобувача освіти в освоєнні програмного матеріалу дисципліни і спрямований на необхідне коригування самостійної роботи здобувача освіти. Викладач розробляє чіткі критерії оцінювання всіх видів навчальної роботи і доводить їх до відома здобувачів освіти на початку вивчення навчальної дисципліни. 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 оцінки за виконання контрольної самостійної роботи. Оцінювання знань здобувачів освіти охоплює усі теми, які передбачені робочою програмою навчальної дисципліни.

Результати поточного контролю є складовою визначення підсумкової оцінки і враховуються науково-педагогічним працівником при її визначенні. Бали, набрані здобувачем освіти за виконання завдань з самостійної роботи, додаються до суми балів, набраних ним з інших видів навчальної роботи з дисципліни. Результати сумативного оцінювання фіксуються в електронному журналі.

Вид підсумкового контролю – залік, який полягає в оцінці засвоєння здобувачем освіти теоретичного та практичного матеріалу (виконаних ним певних видів робіт на лабораторних заняттях та під час самостійної роботи) з навчальної дисципліни за семестр. Структура семестрового контролю відображається у робочій програмі (силабусі) та доводиться до відома здобувачів освіти на першому занятті.

Для здобувачів освіти заочної форми навчання підсумковий контроль проводиться в період заліково-екзаменаційної сесії. Для складання підсумкового контролю здобувачами заочної форми навчання розробляються тести. До підсумкової оцінки включається виконання завдань самостійної здобувачем освіти, яку він отримав під час попередньої сесії. Форма проведення підсумкового контролю: письмова.

В умовах дистанційного навчання оцінювання, навчальних досягнень здобувачів освіти здійснюється на платформі Moodle.

Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄCTS (Бали)	Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти
90-100	Глибоко і міцно засвоїв програмний матеріал; вичерпно, послідовно, грамотно і логічно його викладає. Прогнозує і передбачає подальший хід явища, описує можливі наслідки, результати, що впливають з наявних даних, на основі проблемної ситуації, виділяє проблему, конструє гіпотези і перевіряє їх. При цьому студент не має утруднень при відповідях на видозмінені завдання, вільно справляється із класифікаціями, типологіями та іншими видами застосування знань, показує ознайомленість 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.
82-89	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.
74-81	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 видозміненій, 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.
64-73	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.
60-63	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.
35-59	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.
1-34	Має загальне уявлення про навчальну дисципліну, знання програмного матеріалу носить фрагментарний характер, відповіді на запитання дає «так» чи «ні».

Критерії оцінювання самостійної роботи здобувача освіти (ДФН)

Бали	Критерії оцінювання навчальних досягнень
36-40	Правильно й повно виконав завдання самостійної роботи, надійно засвоїв програмний матеріал з методології та організації наукових досліджень, що відведений на

	самостійне опрацювання; вичерпно, послідовно, грамотно і логічно його викладає, пов'язує теоретичні знання з практичними навичками та вміє обґрунтувати прийняті рішення, володіє різнобічними навичками і прийомами виконання практичних завдань. Демонструє володіння різноманітними методами і прийомами дослідження, виявляє обізнаність не тільки з навчальною, але й монографічною та довідковою літературою.
35-39	Правильно виконав більшу частину завдань, відведених на самостійне опрацювання, знає основи програмного матеріалу з методології та організації наукових досліджень, що відведений на самостійне опрацювання, але допускає неточності, здійснює недостатньо правильні формулювання, порушує послідовність при викладі програмного матеріалу.
24-29	Правильно виконав половину завдань, відведених на самостійне опрацювання, знає основи програмного матеріалу з методології та організації наукових досліджень, що відведений на самостійне опрацювання, але не засвоїв його суттєвих деталей.
1-23	Не виконав більшої частини завдань самостійної роботи, не знає більшої частини програмного матеріалу з методології та організації наукових досліджень, що відведений на самостійне опрацювання, допускає суттєві помилки; не володіє у достатньому обсязі поняттєво-термінологічним апаратом теорії методології та організації наукових досліджень, невпевнено, не вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки; відтворює інформацію лише на основі зовнішньої підказки.

Критерії оцінювання самостійної роботи здобувача освіти (ЗФН)

Бали	Критерії оцінювання навчальних досягнень
51-60	Повно та ґрунтовно розкрито всі теоретичні питання, при цьому використано не лише обов'язкову, а й додаткову літературу. Правильно та в повному обсязі виконано всі практичні завдання.
41-50	В цілому розкрито більшість теоретичних питань, однак не повно і з допущенням деяких неточностей. При цьому не використано на достатньому рівні додаткову літературу. Правильно та в повному обсязі виконано всі практичні завдання.
31-40	Правильно розкрито більшість теоретичних питань, але деякі розкрито не повністю, допущені незначні помилки. При цьому використано лише обов'язкову літературу. Виконано більшу частину практичних завдань, але з деякими неточностями.
21-30	Правильно визначено сутність частини теоретичних питань, деякі з них розкрито лише частково і при цьому допущені окремі помилки, що не впливають на загальне розуміння питання. При цьому недостатньо використано обов'язкову літературу. Виконано більшу частину практичних завдань, але з деякими неточностями.
10-20	Правильно визначено сутність лише окремих теоретичних питань, недостатньо або поверхнево розкрито більшість положень, при цьому допущені помилки, які частково вплинули на загальне розуміння проблеми. Виконано частину практичних завдань, але з деякими неточностями.
1-9	Не виконано більшої частини завдань самостійної роботи, здобувач освіти не знає більшої частини програмного матеріалу.
0	Не виконано та/або не здано на перевірку жодного завдання для самостійної роботи.

Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти (ДФН)

Р1				Р2					Р3			Р4		К Р	Разо м	Загаль на сума
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	Т 9	Т1 0	Т1 1	Т1 2	Т1 3	Т1 4		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			

...Т14 – теми; КР – контрольна робота

Р
1,
Р2,
...Р
4 -
розд
іли;
Т1,
Т2,

Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти (ЗФН)

P1				P2					P3			P4		К Р	Разо м	Загаль на сума
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	Т 9	Т1 0	Т1 1	Т1 2	Т1 3	Т1 4		40	100
Поточний контроль																
2	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			

Р1,Р2, ...Р4 - розділи; Т1,Т2,...Т14 - 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	
1 – 34	FX	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

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/DepartmentofHumanBiologyan dImmunology/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://ephseir.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.bioscienednet.org/portal/index.php>. Розділ «Bioinformatics, Genomics and Proteomics». URL: <http://www.bioscienednet.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>