

**Тернопільська обласна рада  
Управління освіти і науки Тернопільської облдержадміністрації  
Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія  
ім. Тараса Шевченка**

**Кафедра біології, екології та методик їх навчання**



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ ТА  
ГЕНОМІКА ЛЮДИНИ**

**рівень вищої освіти другий (магістерський)**

**галузь знань 01 Освіта / Педагогіка**

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

**освітньо-професійна програма Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)**

Кременець - 2021

Робоча програма з навчальної дисципліни «Молекулярна біологія та геноміка людини» для студентів, які навчаються за спеціальністю 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Кременець. 2021. 23 с.

Розробник: Гурська Оксана Вікторівна – старший викладач кафедри біології, екології та методик їх навчання, кандидат біологічних наук

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри біології, екології та методик їх навчання

Протокол № 1 від „31” серпня 2021 року

Завідувач кафедри



Н. Цицюра

## 1. Вступ

*Актуальність.* Навчальна дисципліна «Молекулярна біологія та геноміка людини» сприяє висвітленню найсучасніших досягнень науки про життя, які мають прикладне значення – молекулярно-біологічних нанотехнологій. Фактичний матеріал навчальної дисципліни розкриває особливості функціонування спадкової інформації, механізми її реалізації та шляхи усунення можливих порушень. Він відповідає сучасному стану розвитку одного з двох пріоритетних напрямів розвитку біології – функціональної біології, яка охоплює не тільки вказану дисципліну, але і молекулярну генетику, клітинну біологію, окремі розділи біології розвитку, що розглядають експресію генів як механізм виникнення і розвитку організму.

На сучасному етапі фахової підготовки здобувачів освіти у вищих навчальних закладах саме знання з молекулярної біології та геноміки людини спроможні підняти її на вищий рівень, забезпечити відповідність цієї підготовки сучасним досягненням науки, сприяти підвищенню рівня професійної підготовки майбутнього вчителя біології та основ здоров'я.

Освітній компонент розглядає молекулярні механізми дії мутагенних факторів та методів дослідження мутагенної активності, шляхи та особливості впливу антимуагенів; висвітлює значення мутацій і мутагенних факторів (мутагенів) різної природи у виникненні хромосомних і генних хвороб людини. Висвітлено вплив негативних звичок на порушення генетичних структур та розвиток патологічних станів в уражених тканинах і органах.

Особливу увагу виділено сучасним методам вивчення геному людини, зокрема значенню молекулярно-генетичних методів для діагностики спадкових та інфекційних хвороб людини, висвітлено роль генної інженерії та біотехнології в медицині, зокрема розкрито значення та перспективи терапевтичного клонування, а також генної терапії при лікуванні онкологічних захворювань.

*Ключові слова:* молекулярна біологія, молекулярна генетика, геноміка людини, ген, матричні синтези, реплікація, транскрипція, трансляція, ДНК-діагностика, канцерогенез, генна терапія.

## 2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <b>01 Освіта / Педагогіка</b>	Нормативна	
Модулів – 3	Спеціальність <b>014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
		1-й	1-й
Змістових модулів – 3	Освітньо-професійна програма <b>Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)</b>	<b>Семестр</b>	
		II	II
		<b>Лекції</b>	
		22 год.	8 год.
Загальна кількість годин – 90	Освітній рівень: <b>другий (магістерський)</b>	<b>Практичні, семінарські</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3,4		20 год.	8 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		-	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		48 год.	74 год.
Вид контролю: екзамен			

### Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 46,7 % : 53,3 %;

для заочної форми навчання – 17,8 % : 82,2 %.

### 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** вивчення особливостей молекулярних взаємодій та просторово-структурних перетворень таких біомолекул як білки та дезоксирибонуклеїнові кислоти; механізми збереження, передачі та реалізації спадкової інформації; вплив мутагенів на генетичний матеріал та його наслідки; дослідження механізмів реалізації розвитку канцерогенезу та шляхів його управління; особливостей методів ДНК-діагностики та генної терапії спадкових й інфекційних захворювань людини.

**Завдання:** сформулювати поняття про будову, класифікацію, функції основних класів біомолекул, особливості процесів реплікації, транскрипції, трансляції, репарації; впливу мутагенів на генетичний апарат та можливі наслідки; генетичні основи діагностики, профілактики та лікування захворювань людини.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Молекулярна біологія та геноміка людини» студент повинен володіти такими компетентностями та досягти таких результатів навчання:

**інтегральна компетентність:** здатність розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі освіти, що передбачає проведення досліджень та здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов та вимог;

#### загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК2. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях
- ЗК3. Здатність планувати та управляти часом
- ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ЗК6. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології
- ЗК7. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні та коректно оформляти їх результати
- ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
- ЗК9. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, оперувати нею у професійній діяльності
- ЗК10. Здатність до генерування нових ідей, виявлення та розв'язання проблем, ініціативності
- ЗК11. Здатність діяти на основі етичних правил та академічної доброчесності
- ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт
- ЗК13. Здатність організовувати безпечне освітнє середовище, використовувати здоров'язбережувальні технології під час освітнього процесу
- ЗК 15. Прагнення до збереження навколишнього середовища

### **фахові компетентності спеціальності:**

ФК2. Здатність розкривати загальну структуру біологічної науки, аналізувати і встановлювати причинно-наслідкові та ієрархічні зв'язки в структурі й функціонуванні живих систем різного рівня організації

ФК3. Здатність розуміти та вміти застосовувати сучасні методи педагогічних і біологічних досліджень та інтерпретувати їх результати

ФК4. Здатність використовувати у професійній діяльності біологічну термінологію, оперувати систематичними категоріями

ФК5. Здатність характеризувати основні процеси життєдіяльності живих організмів з урахуванням їх рівнів організації

ФК9. Здатність розуміти молекулярні механізми, які забезпечують реалізацію основних життєвих функцій, аргументувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції у забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму

ФК14. Здатність до використання цифрових, інформаційних і комунікаційних технологій для підтримки навчальної та науково-дослідної роботи

### **Програмні результати навчання**

РН2. Володіти методологією наукових досліджень в біології та освіті, умінням аналітично опрацьовувати, оформляти та презентувати результати досліджень з дотриманням норм академічної доброчесності

РН3. Володіти знаннями про молекулярні механізми життя різного рівня організації та встановлювати ієрархічні зв'язки в структурі й функціонуванні живих систем

РН4. Володіти знаннями про особливості реалізації генетичної інформації на різних рівнях і етапах розвитку організму, формувати ціннісні орієнтації щодо попередження шкідливих звичок як мутагенних чинників

РН9. Уміти визначати рівень особистісного і професійного розвитку, моделювати траєкторію особистісного самовдосконалення, виявляти здатність до самоорганізації професійної діяльності, застосовувати ідеї та концепції для розв'язання конкретних практичних задач

## 4. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Біополімери клітини, їх структура та функції

#### Тема 1. Мета та завдання молекулярної біології. Методи дослідження

Предмет вивчення, мета, завдання молекулярної біології. Історія розвитку науки. Методологічний апарат. Клонування, ампліфікація і секвенування ДНК. Гель-електрофорез. Створення та скринінг геномних бібліотек. Полімеразна ланцюгова реакція. Секвенування ДНК. Біоінформатика. Експресія рекомбінантних білків. Методи аналізу структури й експресії генів і геномів. Блот-гібридизація. Визначення стартових і кінцевих точок та рівня активності транскрипції. Аналіз експресії геному. Методи дослідження ДНК-білкових взаємодій. Гель-електрофорез білково-нуклеїнових комплексів. Футпринтинг. Імунопреципітація хроматину. Методи дослідження протеому. Фізичні методи дослідження структури й активності біомакромолекул. Методи безпосереднього спостереження. Рентгеноструктурний аналіз.

#### Тема 2. Білки

Хімічна будова білків. Пептидний зв'язок і поліпептидний ланцюг. Вторинна структура:  $\alpha$ -спіраль,  $\beta$ -структура. Спіраль  $3_{10}$ ,  $\beta$ -поворот. Глобулярна структура білків. Роль вторинної структури в утворенні глобули. Стабілізація глобули. Структурна класифікація глобулярних білків. Структура мембранних білків. Неструктуровані білки. Конформаційна рухливість білків. Принципи функціонування білків. Механізм ферментативного каталізу. Механізми використання енергії гідролізу АТФ.

#### Тема 3. ДНК

Хімічна будова нуклеїнових кислот. Нуклеотиди. Полінуклеотидний ланцюг. Нуклеази. Подвійна спіраль. Стабілізація подвійної спіралі. Конформаційні параметри подвійної спіралі. Структурні форми ДНК. Конформація В-ДНК. Білково-нуклеїнові взаємодії. Структурна класифікація білків, які взаємодіють із ДНК. Принципи білково-нуклеїнового впізнання. Циркулярна ДНК.

#### Тема 4. Організація ДНК у клітинах: геноми та структура хроматину

Організація геномів. Генетичний код. Гени. Геноми. Молекулярна організація хроматину. Нуклеосома. Посттрансляційні модифікації гістонових хвостів. Гістон  $H_1$ . Наднуклеосомна упаковка хроматинової фібрили. Петльові домени хроматину та ядерний матрикс.

## **Змістовий модуль 2. Апарат та механізми реалізації генетичної інформації в клітині**

### **Тема 5. Транскрипція**

Транскрипція в прокаріотичній клітині. РНК-полімераза. Загальний сценарій транскрипції в бактерій. Структура РНК-полімерази. Ініціація транскрипції. Елонгація транскрипції. Термінація транскрипції. Регуляція транскрипції. Лактозний оперон. Антитермінація.

Транскрипція в еукаріотичній клітині. РНК-полімераза II. Промотор РНК-полімерази II. Базальні фактори транскрипції. Ініціація транскрипції РНК-полімеразою II. РНК-полімерази I і III. Ініціація транскрипції генів рибосомної РНК. Механізми активації транскрипції. Транскрипційні фактори. Зовнішня регуляція активності транскрипційних факторів. Ацетилювання пістонів. Доступність промоторів. Комплекси ремоделювання хроматину. Роль білків НМГ в активації транскрипції. Елонгація РНК-полімерази через хроматин. Конститутивна репресія транскрипції: гетерохроматин. Деацетилювання пістонів. HP1-залежна система репресії. Метилювання ДНК. РНК-інтерференція.

### **Тема 6. Трансляція**

Транспортні РНК. Структура тРНК. Аміноацилювання тРНК. Рибосома: склад, структура. Елонгаційний цикл. Елонгаційний фактор EF1. Зв'язування аа-тРНК з А-сайтом рибосоми. Транспептидація. Транслокація. Ініціація трансляції. Ініціація трансляції у прокаріотів. Ініціація трансляції в еукаріотів. Термінація трансляції. Регуляція трансляції. Формування просторової структури білка. Закономірності укладання білкової глобули.

### **Тема 7. Реплікація ДНК. Репарація ДНК**

Реплікон. ДНК-полімераза. Структура ДНК-полімерази й полімеразна реакція. Редагування помилок. Особливості ДНК-полімерази в порівнянні з РНК-полімеразою. Реплісома та інші елементи системи реплікації. Геліказа й білки SSB. Синтез ланцюга, що запізнюється. Голофермент ДНК-полімерази. Ініціація реплікації в бактерій. Особливості еукаріотичної системи реплікації. Еукаріотичні ДНК-полімерази. Ініціація реплікації в еукаріотів. Структурні зміни хроматину під час реплікації. Подовження кінців еукаріотичної хромосоми. Репарація ДНК. Пряма репарація. Екзцизійна репарація. Репарація некомплемментарних пар основ – місметчів. Репарація без репарації. Репарація дволанцюгових розривів.

### **Змістовий модуль 3. Геноміка людини**

#### **Тема 8. Молекулярні механізми генних, хромосомних та геномних мутацій людини**

Молекулярні механізми генних мутацій. Класифікація генних мутацій. Поняття про моногенні спадкові хвороби. Молекулярні та цитологічні механізми хромосомних мутацій. Сучасні методи вивчення каріотипу людини: диференційне забарвлення, FISH-метод та ін. Класифікація мутацій за причинами виникнення. Мутагенні фактори, методи визначення мутагенної активності речовин. Антимутагенез. Генеративні та соматичні мутації людини.

#### **Тема 9. Молекулярні основи онкогенетики**

Механізми пошкодження ДНК. Канцерогени, канцерогенез. Молекулярні механізми активації апоптозу атипових клітин.

Загальна характеристика генів, що беруть участь у канцерогенезі: вірусні онкогени, протоонкогени, гени-супресори пухлин, гени-мутатори. Канцерогенні фактори.

#### **Тема 10. Методи ДНК-діагностики**

Методи виділення ДНК з тканин людини та її очищення. Ферменти, що використовуються для генно-інженерних досліджень. Рестриктази. ДНК-зонди. Електрофорез ДНК. Ідентифікація фрагментів ДНК та РНК методами гібридизації. Клонування фрагментів нуклеїнових кислот *in vitro*. Полімеразна ланцюгова реакція. Секвенування ДНК. Покази до ДНК-діагностики. Прямі та непрямі методи. ДНК-чіпи. Пренатальна діагностика.

#### **Тема 11. Методи генної інженерії в геноміці людини. Генна терапія**

Поняття про генну та клітинну інженерію в геноміці людини. Рекombінантні ДНК, принципи їх конструювання. Клонування фрагментів нуклеїнових кислот *in vivo*. Методи пошуку специфічних рекombінантних ДНК. Геномні ДНК-бібліотеки, бібліотеки кДНК.

Принципи генної терапії. Генотерапія *ex vivo* та *in vivo*. Вірусні та невірусні вектори в генотерапії. Перспективи та обмеження генної терапії. Генні вакцини. Генна терапія в онкології.

Поняття про клонування. Природні та штучні клони. Біологічні та етичні проблеми клонування. Терапевтичне клонування та його перспективи в медицині.

## 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.		
<b>Модуль 1</b>													
<b>Змістовий модуль I. Біополімери клітини, їх структура та функції</b>													
Тема 1. Вступ. Мета та завдання молекулярної біології. Методи дослідження	4	2				2	4					4	
Тема 2. Білки	8	2	2			4	8					8	
Тема 3. ДНК	8	2	2			4	8	1	1			6	
Тема 4. Організація ДНК у клітинах: геноми та структура хроматину	8	2	2			4	8	1	1			6	
Разом за змістовим модулем I	28	8	6			14	28	2	2			24	
<b>Змістовий модуль II. Апарат та механізми реалізації генетичної інформації в клітині</b>													
Тема 5. Транскрипція	8	2	2			4	8	1	1			6	
Тема 6. Трансляція	8	2	2			4	8	1	1			6	
Тема 7. Реплікація ДНК. Репарація ДНК	8	2	2			4	8		1			7	
Разом за змістовим модулем II	24	6	6			12	24	2	3			19	
<b>Змістовий модуль III. Геноміка людини</b>													
Тема 8. Молекулярні механізми генних, хромосомних та геномних мутацій	6	2	2			2	6	1				5	
Тема 9. Молекулярні основи онкогенетики	8	2	2			4	8	1	1			6	
Тема 10. Методи ДНК-діагностики	8	2	2			4	8	1	1			6	
Тема 11. Методи генної інженерії в геноміці людини. Генна терапія	8	2	2			4	8	1	1			6	
Разом за змістовим модулем III	30	8	8			14	30	4	3			23	
<b>Усього годин</b>	<b>82</b>	<b>22</b>	<b>20</b>			<b>40</b>	<b>82</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			<b>66</b>	
<b>Модуль 2</b>													
<i>ІНДЗ</i>	8					8	8					8	
<i>Усього годин</i>	<b>90</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	-		<b>8</b>	<b>40</b>	<b>90</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	-	<b>8</b>	<b>66</b>

### 6. Теми практичних занять (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структурна організація білкових молекул	2
2	Нуклеїнові кислоти	2
3	Організація ДНК у клітинах: геноми та структура хроматину	2
4	Механізми транскрипції у прокаріотичній та в еукаріотичній клітинах	2
5	Біосинтез білків	2
6	Реплікація ДНК. Репарація ДНК	2
7	Молекулярні механізми генетичних мутацій	2
8	Молекулярні основи онкогенетики	2
9	Методи ДНК-діагностики	2
10	Методи генної терапії	2
Всього		20

### 6а. Теми практичних занять (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Нуклеїнові кислоти	1
2	Організація ДНК у клітинах: геноми та структура хроматину	1
3	Механізми транскрипції у прокаріотичній та в еукаріотичній клітинах	1
4	Біосинтез білків	1
5	Реплікація ДНК. Репарація ДНК	1
6	Молекулярні основи онкогенетики	1
7	Методи ДНК-діагностики	1
8	Методи генної терапії	1
Всього		8

### 7. Самостійна робота

Самостійна робота студентів включає вивчення окремих тем, питань, що не були розглянуті в курсі лекцій, підготовку до практичних занять, підготовку

доповідей та рефератів, презентацій, підготовку до семестрового контролю. Ефективність самостійної роботи студента викладач виявляє на практичних заняттях, під час тематичного опитування, перевірки зошитів для практичних занять та самостійної роботи, рефератів тощо та відбиває в загальній оцінці за тему і змістовий модуль.

***Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:***

1. Опрацювання окремих питань, які не виносяться на розгляд у лекційному курсі: 1 год. на частину теми (1 x 11 = 11 год.).

2. Підготовка до аудиторних занять: 1 год. на 1 практичне заняття (1 год. x 10 = 10 год.).

3. Виконання завдань для самостійної роботи з практичних занять – 1 год. на 1 заняття (1 год. x 10 = 10 год.).

4. Виконання індивідуального завдання: 8 год.

5. Підготовка до семестрового контролю (екзамену): 3 год. на 1 кредит ECST (3 x 3 = 9 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Методи дослідження протеому. Фізичні методи дослідження структури й активності біомакромолекул. Методи безпосереднього спостереження. Рентгеноструктурний аналіз.	1
2.	Принципи функціонування білків. Механізм ферментативного каталізу. Механізми використання енергії гідролізу АТФ.	1
3.	Білково-нуклеїнові взаємодії. Структурна класифікація білків, які взаємодіють із ДНК. Принципи білково-нуклеїнового впізнання. Циркулярна ДНК.	1
4.	Наднуклеосомна упаковка хроматинової фібрили. Петльові домени хроматину та ядерний матрикс.	1
5.	Комплекси ремоделювання хроматину. Елонгація РНК-полімерази через хроматин. Конститутивна репресія транскрипції: гетерохроматин. РНК-інтерференція.	1
6.	Регуляція трансляції. Формування просторової структури білка. Закономірності укладання білкової глобули.	1
7.	Репарація ДНК. Пряма репарація. Ексцизійна репарація. Репарація некомплементарних пар основ – місметчів. Репарація без репарації. Репарація дволанцюгових розривів.	1

8.	Мутагенні фактори, методи визначення мутагенної активності речовин. Антимутагенез. Генеративні та соматичні мутації.	1
9.	Канцерогенні фактори: механізм дії та заходи профілактики негативного впливу.	1
10.	Покази до ДНК-діагностики. Прямі та непрямі методи. ДНК-чіпи. Пренатальна діагностика.	1
11.	Поняття про клонування. Природні та штучні клони. Біологічні та етичні проблеми клонування. Терапевтичне клонування та його перспективи в медицині.	1
	<b>Разом</b>	<b>11</b>

***Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:***

1. Опрацювання окремих питань, які не виносяться на розгляд у лекційному курсі: 3 год. на частину теми (7 x 2= 14 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 3. ДНК	2
2	Тема 4. Організація ДНК у клітинах: геноми та структура хроматину	2
3	Тема 5. Транскрипція	2
4	Тема 6. Трансляція	2
5	Тема 9. Молекулярні основи онкогенетики	2
6	Тема 11. Методи ДНК-діагностики	2
7	Тема 11. Методи генної інженерії в геноміці людини. Генна терапія	2
	<b>Разом</b>	<b>14</b>

2. Опрацювання окремих тем, які не розглядаються на лекціях (18 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вступ. Мета та завдання молекулярної біології. Методи дослідження	6
2	Тема 2. Білки	6
3	Тема 7. Реплікація ДНК. Репарація ДНК	6
4	Тема 8. Молекулярні механізми генних, хромосомних та геномних мутацій	6
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

3. Підготовка до аудиторних занять: 1 год. на 1 годину практичних занять (1 год. x 8 = 8 год.).
4. Виконання завдань для самостійної роботи з практичних занять – 1 год. на 1 год. занять (1 x 8 = 8 год.).
5. Виконання індивідуального завдання: 8 год.
6. Підготовка до семестрового контролю (екзамену): 4 год. на 1 кредит ECST (4 x 3 = 12 год.).

## **8. Індивідуальні завдання**

1. Предмет молекулярної біології та її місце серед суміжних наук.
2. Хромосоми еукаріот. Білки хромосом еукаріот.
3. Будова хромосом еукаріот. Структура геному еукаріот.
4. Картування хромосом еукаріот. Структура генів еукаріот.
5. Реплікація ДНК. ДНК-полімерази.
6. ДНК-хелікази, дестабілізуючі білки. Типи топоізомераз.
7. Генетична рекомбінація. Гомологічна та негомологічна рекомбінація.
8. Транспозовані генетичні елементи.
9. Транскрипція. РНК-полімеразна система.
10. Поняття промотора і оперона.
11. Особливості транскрипції у еукаріот.
12. Система транспорту амінокислот до рибосом. Структура транспортних РНК. Функції транспортних РНК.
13. Білоксинтезуюча система клітини. Склад білоксинтезуючої системи.
14. Білкові фактори трансляції.
15. Класифікація генних мутацій. Поняття про моногенні спадкові хвороби.
16. Молекулярні та цитологічні механізми хромосомних мутацій.
17. Мутагенні фактори, методи визначення мутагенної активності речовин.
18. Механізми пошкодження ДНК. Канцерогени, канцерогенез.
19. Молекулярні механізми активації апоптозу атипичних клітин.
20. Канцерогенні фактори.
21. Ферменти, що використовуються для генно-інженерних досліджень. Рестриктази. ДНК-зонди. Електрофорез ДНК. Ідентифікація фрагментів ДНК та РНК методами гібридизації.
22. Полімеразна ланцюгова реакція: особливості перебігу, етапи, спектр використання.
23. Методи пошуку специфічних рекомбінантних ДНК. Геномні ДНК-бібліотеки, бібліотеки кДНК.

24.Терапевтичне клонування та його перспективи в медицині.

25.Перспективи та обмеження генної терапії. Генна терапія в онкології.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДЗ

№ з/п	Критерії оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за кожним критерієм
1.	Обґрунтування актуальності, формулювання мети, завдань та визначення методів дослідження	1 бали
2.	Складання плану дослідження	1 бал
3.	Критичний аналіз суті та змісту першоджерел. Виклад фактів, ідей, результатів досліджень в логічній послідовності. Аналіз сучасного стану дослідження проблеми, розгляд тенденцій подальшого розвитку даного питання.	4 балів
4.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	3 бали
5.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел)	1бал
<b>Разом</b>		<b>10 балів</b>

**Примітка.** Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за виконання ІНДЗ становить **10 балів**. Невиконання ІНДЗ оцінюється у 0 балів.

### Шкала оцінювання ІНДЗ

Рівень виконання	Кількість балів, що відповідає рівню	Оцінка за традиційною системою
Високий	8-10	Відмінно
Достатній	5-7	Добре
Середній	2-4	Задовільно
Низький	1	Незадовільно

**„Відмінно”** відповідає **8-10** балам, ставиться: при виконанні ІНДЗ у повному обсязі, теоретична та практична (за наявності) частини не мають помилок; відповіді на запитання вичерпні й аргументовані; оформлення відповідає вимогам, робота виконана вчасно.

**„Добре”** відповідає **5-7** балам, ставиться якщо: ІНДЗ виконано в повному обсязі і не має помилок, які потребують її переробки; відповіді на запитання даються по суті, але не в деталях.

„**Задовільно**” відповідає **2-4** балам, ставиться, якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце помилки; оформлення не відповідає вимогам; відповіді на запитання даються не в повному обсязі.

„**Незадовільно**” відповідає **1** балу, виставляється якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце суттєві помилки, які тягнуть за собою переробку; оформлення не відповідає вимогам; на запитання студент дає неправильні відповіді.

### 9. Методи навчання

Під час вивчення молекулярної біології та геноміки людини використовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

*Словесні:* лекція, розповідь з елементами бесіди, пояснення.

*Наочні:* презентація.

*Практичні:* проведення дослідів, передбачених тематикою практичних робіт, розв'язування задач, робота з підручниками, науковою літературою.

### 10. Методи контролю

*Початковий* контроль знань студентів проводиться під час проведення лекційних та практичних занять і включає перевірку знань теоретичного й практичного матеріалу, які студенти засвоїли під час вивчення профільних курсів бакалаврату, у вигляді самостійної роботи або методом фронтального опитування.

*Поточний* контроль знань студентів проводиться викладачем на кожному лабораторному занятті шляхом усного або письмового опитування з питань теорії або практики.

Модуль 2 оцінюється за результатами виконання та захисту студентами індивідуально-дослідних навчальних завдань.

*Семестровий* контроль знань студентів з молекулярної біології та геноміки людини завершується екзаменаційним іспитом з дисципліни у 2-му семестрі.

### 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота 40 + 10 = 50			Модуль 2. ІНДЗ	Модуль 3. Тестовий контроль	Сума
Модуль 1.					
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	10	50	100
T1 - 4	T4- 4	T7- 4			
T2 - 4	T5- 4	T8- 4			
T3 - 4	T6 - 4	T9 - 4 T10 - 4			

**Шкала оцінювання знань та вмінь здобувачів вищої освіти під час підсумкового контролю, яка передбачає співвідношення питомої ваги результатів поточного й проміжного контролю та результатів здачі екзамену**

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За шкалою академії	Підсумкова оцінка	
			Результати поточного та проміжного контролю – коефіцієнт 0,5	Результати екзамену – коефіцієнт 0,5
A	Відмінно	90 – 100	90 – 100	90 – 100
B	Добре	82 – 89	82 – 89	82 – 89
C		75 – 81	75 – 81	75 – 81
D	Задовільно	67 – 74	67 – 74	67 – 74
E		60 – 66	60 – 66	60 – 66
FX	Незадовільно	35 – 59	35 – 59	35 – 59
F		0 – 34	0 – 34	0 – 34

Підсумкова оцінка розраховується з урахуванням балів, отриманих під час поточного контролю та балів, отриманих під час екзамену за накопичувальною системою.

**Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти під час самостійної роботи та практичних заняттях**

**1 бали** – студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, може поверхово аналізувати події, процеси, явища і робити певні висновки; відповідь його правильна, але недостатньо осмислена; самостійно відтворює більшу частину навчального матеріалу; відповідає за планом, висловлює власну думку щодо теми, вміє застосовувати знання для виконання за зразком; користується додатковими джерелами.

**2 бали** – знання студента є достатньо ґрунтовними, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, логічно висвітлює події з точки зору смислового взаємозв'язку, уміє аналізувати, встановлювати найсуттєвіші зв'язки та залежності між явищами, фактами, робити висновки, загалом контролює власну діяльність. Відповідь повна, логічна, обґрунтована, але з деякими неточностями. Студент виявляє вміння рецензувати відповіді інших та опрацьовувати матеріал самостійно.

**3 бали** – студент володіє глибокими та міцними знаннями, здатний використовувати їх у нестандартних ситуаціях; може визначати тенденції та

протиріччя процесів; робить аргументовані висновки; критично оцінює окремі нові факти, явища, ідеї; використовує додаткові джерела та матеріали; самостійно визначає окремі цілі власної учбової діяльності; вирішує творчі завдання; відрізняє упереджену інформацію від об'єктивної; здатен сприйняти іншу позицію як альтернативну.

**4 бали** – студент має системні, дієві знання, виявляє творчі здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів-доказів своєї думки, вирішує складні проблемні завдання, схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ; вміє ставити й розв'язувати проблеми, самостійно здобувати та використовувати інформацію, виявляє власне ставлення до неї; самостійно виконує науково-дослідну роботу; логічно і творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; розвиває свої обдарування та нахили.

### Критерії оцінювання результатів складання екзамену

За шкалою ЄКТС	За національною шкалою	За 100-бальною шкалою	Критерії оцінювання знань, умінь і навичок
A	Відмінно	90-100	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє глибокі, міцні та системні знання навчально-програмового матеріалу;</li> <li>– володіє теоретичними основами дослідження проблем;</li> <li>– демонструє вміння критично оцінювати окремі нові факти, явища ідеї;</li> <li>– виявляє варіативність мислення і раціональність у виборі способів розв'язання практичних завдань.</li> </ul>
	Добре	82-89	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє повні, ґрунтовні знання навчально-програмового матеріалу;</li> <li>– демонструє розуміння основоположних теорій і фактів, вміння аналізувати, порівнювати і систематизувати інформацію, робити певні висновки;</li> <li>– вільно застосовує матеріал у власній аргументації;</li> <li>– при виконанні практичних завдань допускає несуттєві помилки;</li> <li>– відповідь повна, логічна, обґрунтована, але містить несуттєві неточності.</li> </ul>
C		75-81	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє ґрунтовні знання навчально-програмового матеріалу, але вони носять, в основному, репродуктивний характер;</li> <li>– демонструє розуміння основоположних теорій і фактів, вміння аналізувати, порівнювати і систематизувати інформацію, робити певні висновки на основі отриманих знань;</li> <li>– при виконанні практичних завдань допускає окремі помилки;</li> <li>– відповідь повна, логічна, обґрунтована, але з деякими неточностями.</li> </ul>

D	Задовільно	67-74	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, проте спостерігається їх недостатня глибина та осмисленість;</li> <li>– виявляє вміння частково аналізувати навчальний матеріал, порівнювати і робити певні, але неконкретні неточні, висновки.</li> </ul>
E		60-66	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, проте допускає неточності у розумінні основних положень навчального матеріалу;</li> <li>– допускає порушення логічності та послідовності викладу матеріалу;</li> <li>– не вміє пов'язати теоретичні положення з практикою.</li> </ul>
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	35-59	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент фрагментарно відтворює незначну частину навчального матеріалу;</li> <li>– має нечіткі уявлення про об'єкт вивчення; виявляє елементарні знання фактичного матеріалу;</li> <li>– відсутні уміння і навички в роботі з джерелами інформації;</li> <li>– не вміє логічно мислити і викласти свою думку.</li> </ul>
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом	0-34	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не відтворює значну частину навчального матеріалу;</li> <li>– не вміє викладати матеріал;</li> <li>– не має уявлення про об'єкт навчання;</li> <li>– не володіє вмінням розв'язувати практичні завдання.</li> </ul>

## 12. Методичне забезпечення

1. Навчальна програма з молекулярної біології та геноміки людини.
2. Електронні конспекти лекцій, презентації навчального контенту.
3. Протоколи проведення практичних занять.
4. Методичні рекомендації до проведення самостійної роботи.
5. Електронний ресурс навчально-методичного забезпечення ОК на освітній платформі Moodle.

### 13. Список рекомендованих джерел

#### Основна література

1. Боєчко Ф. Ф., Боєчко Л. О., Шмиголь І. В. Основи молекулярної біології (курс лекцій). Черкаси : Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. 255 с.
2. Демидов С. В., Бердишев Г. Д., Топчій Н. М., Черненко К. Д. Генетика. К. : Фітосоціоцентр, 2007. 412 с.
3. Запорожан В. М., Бажора Ю. І., Шевеленкова А. В., Чеснокова М. М. Медична генетика : підручник для вузів. Одеса : Одес. держ. мед. ун-т, 2005. 260 с.
4. Павліченко В. І., Пішак В. П., Булик Р. Є. Основи молекулярної біології : Навчальний посібник. Чернівці : Мед університет, 2012. 388 с.
5. Помогайбо В. М., Петрушов А. В. Генетика людини : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : «Академія», 2014. 325 с.
6. Сиволоб А. В., Рушковський С. Р., Кир'яченко С. С. та ін. Генетика. К. : ВПЦ «Київський університет», 2008. 320 с.
7. Тоцький В. Генетика. Одеса : «Астропринт», 2002. 712 с.
8. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія : підручник. К. : ВПЦ «Київський університет», 2008. 384 с.

#### Додаткова література

1. Біологічна та біоогранічна хімія : у 2 кн. : підручник. Кн. 2. Губський Ю. І., Ніженковська І. В., Корда М. М. та ін. Біологічна хімія ; за ред. Ю. І. Губського, І. В. Ніженковської. 3-є вид. К. : ВСВ «Медицина», 2021. 544 с.
2. Гонський Я. І., Максимчук Т. П. Біохімія людини : підручник ; за ред. Гонського Я. І. 3-тє вид., випр. і доп. Тернопіль : Укрмедкнига, 2019. 732 с.
3. Гурська О. В., Гура А. М. Формування навичок біотичної поведінки в учнів старших класів. *Kremenets science: open air, або наука в кросівках & Litteris et artibus : нові горизонти* : збірник наукових праць. Випуск VI. / за заг. ред. О. В. Тригуби. Кременець : ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2021. С. 19-26.
4. Довгопола Л. Основи молекулярної біології і генетики : навчально-методичний посібник. Переяслав-Хмельницький, 2019. 82 с.
5. Карташова І. Біологічна задача : зміст, розв'язання, методика використання : навчально-методичний посібник. Херсон: ПП. Вишемирський В.С., 2015. 104 с.

6. Кучеренко М. Є., Бабенюк Ю. Д., Васильєв О. М. та ін. Біохімія : підручник. К. : Київський університет, 2002. 480 с.
7. Медична біологія : підручник ; За ред. В. П. Пішака, Ю. І. Бажори. Вінниця : Нова книга, 2004. 656 с.
8. Методичні вказівки до розв'язку задач з курсу “Молекулярна біологія”. Для студентів третього та четвертого курсу заочного відділення ННЦ «Інститут біології» / Упорядн. К. С. Афанасьєва, С. Р. Рушковський. 2014. 34 с.
9. Остапченко Л. І., Гребіник Д. М. Біохімія нуклеїнових кислот : навчальний посібник. Київ, 2013. 290 с.
10. Орлюк А. П. Генетичний аналіз : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. III-IV рівн. акр. Херсон, 2013. 218 с.
11. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Левітін Є. Я. та ін. Біологічна хімія : підручник. Суми : Університетська книга, 2002. 380 с.
12. Склярів О. Я. Біологічна хімія. Тернопіль : Укрмедкнига, 2020. 706 с.
13. Терновська Т. К. Генетичний аналіз : навч. посіб. з курсу «Загальна генетика». К. : ВД КМА, 2010. 335 с.
14. Тимошенко О. П., Вороніна Л. М., Кравченко В. М. та ін. Клінічна біохімія : навчальний посібник / за ред. О. П. Тимошенко. К. : Професіонал, 2005. 288 с.
15. Федоренко В. О., Осташ Б. О., Гончар М. В., Ребець Ю. В. Великий практикум з генетики, генетичної інженерії та аналітичної біотехнології мікроорганізмів. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 279 с.

#### **14. Інформаційні ресурси**

1. Біологія 6-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/.../navchalni-programi-5-9-klas>
2. Біологія 10-11 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
3. Шкільні підручники з біології 9 клас. URL : <https://shkola.in.ua/pidruchnyku/9-klas/biolohiia/>
4. Шкільні підручники з біології 10 клас. URL : <https://shkola.in.ua/pidruchnyku/10-klas/biolohiia/>
5. Шкільні підручники з біології 11 клас. URL : <https://shkola.in.ua/pidruchnyku/11-klas/biolohiia/>
6. Спирин А.С. Молекулярная биология. Структура рибосоми и биосинтез белка. . URL : <http://www.chem.msu.su/rus/books/spirin/welcome.html>

7. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія. . URL : <http://tochnye-inzhenerye-nauki.knigi-i-zhurnaly.org/current/sivolob-av-molekulyarna-b-olog-ya-molekulyarnaya-biologiya-48903.html>
8. Гоженко А., Козирєв А., Цебржинський О., Гоженко О., Жуков В. Основи молекулярної біології та персональна геноміка фізичних і психічних здібностей людини. Навчальний посібник. RSW. Одеса. Бидгощ. 2017 р. 340 с. . URL : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.192685>
9. Білки. URL : [https://www.youtube.com/watch?v=h0k\\_93EKiMk](https://www.youtube.com/watch?v=h0k_93EKiMk)
10. Структура та функції білків. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=TQUKuItU7ok>
11. Білки. Будова та функції. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=PG1twLkq5P8>
12. Нуклеїнові кислоти. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=D73X5qwXunE>
13. Що таке ДНК і як вона працює? URL : <https://www.youtube.com/watch?v=Iv9t1wmDE9k>
14. РНК, транскрипція та трансляція. Підготовка до ЗНО. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=sNBmN360rAc>
15. Біологія 9 клас. Роль молекул РНК у кодуванні та реалізації спадкової інформації. Генетичний код. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=cqdLOjju5Cc>
16. Біосинтез білка. Транскрипція. Трансляція. Генетичний код. (2020). URL : <https://www.youtube.com/watch?v=LAj3e9PNGEA>
17. РНК, транскрипція та трансляція – Підготовка до ЗНО. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=sNBmN360rAc>
18. Біологія 9 клас. Роль молекул РНК у кодуванні та реалізації спадкової інформації. Генетичний код. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=cqdLOjju5Cc>
19. Реплікація ДНК. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=RVHmCtJAORk>
20. Репарація ДНК. URL : [https://www.youtube.com/watch?v=0Oq2r\\_2b64k](https://www.youtube.com/watch?v=0Oq2r_2b64k)
21. Молекулярні компоненти клітини. Реплікація. Репарація. НК - збереження й передача інформації (2020). URL : <https://www.youtube.com/watch?v=x9OB87GMg1w>
22. Структура хромосом. URL : <http://www.youtube.com/watch?v=Ow99CrMgqCQ>
23. Транскрипція. URL : <http://www.youtube.com/watch?v=AdIkCOIokw8>
24. Біологія 9 клас. Види мутацій та причини їх виникнення. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=vhMpUzASNYY>

25. Види мутацій. Мутагени. Біологія 11 клас. URL :  
[https://www.youtube.com/watch?v=l-QQ\\_t9it-Q](https://www.youtube.com/watch?v=l-QQ_t9it-Q)
26. Мутації. Уроки біології ЗНО. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=72o65jR6sas>
27. Генетична мінливість: мутації й рекомбінації генетичного матеріалу.  
URL : <https://www.youtube.com/watch?v=x0gDels7Wqs>
28. Genome Editing with CRISPR-Cas9. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=2pp17E4E-O8>
29. Генетика людини й медична генетика. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=eBKB6DDGouk>
30. Спадкові захворювання людини та їх діагностика. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=1gpBNTB-dSY>