

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО**

**Кафедра біотехнологій та біоінженерії**

**ОСНОВИ ФІЗИКО-ХІМІЧНОЇ БІОЛОГІЇ**

**ПРОГРАМА  
варіативної навчальної дисципліни**

підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»

Галузь знань 10 Природничі науки

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

Факультет природничих наук

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Кафедрою біотехнологій та біоінженерії

Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

*Никифорова Олена Олексіївна*, старш. викл.

ЗАТВЕРДЖЕНО на засіданні кафедри біотехнологій та біоінженерії

Протокол № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 року

Завідувач кафедри

біотехнологій та біоінженерії

\_\_\_\_\_ (Козловська Т.Ф.)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ОБГОВОРЕННО ТА РЕКОМЕНДОВАНО до видання методичною комісією КрНУ за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та біоенергетика». Спеціальність 101 Екологія.

Протокол від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 року № \_\_\_\_\_

Голова \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

© КрНУ імені Михайла Остроградського, 2018 рік

© Кафедра біотехнологій та біоінженерії, 2018 рік

© Никифорова О.О., 2018 рік

## ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Основи фізико-хімічної біології» складена відповідно до варіативної частини освітньо-професійної програми підготовки магістра за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та біоенергетика». Спеціальність 101 Екологія.

**Предметом вивчення навчальної дисципліни «Основи фізико-хімічної біології»** є питання, які стосуються, молекулярних основ та механізмів спадковості. Крім того, найважливіші питання, такі, як структура білкових молекул, нуклеїнові кислоти, особливості процесів транскрипції і трансляції, структура рибосом, загальні особливості реплікації ДНК тощо.

**Міждисциплінарні зв'язки:** дана дисципліна спирається на знання, здобуті студентами при вивченні біології, хімії, фізики, клітинної біохімії, і є необхідною майбутнім науковцям для успішного виконання своїх професійних завдань.

**Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:**

1. Білки: їх хімічний склад, структура, функції. Нуклеїнові кислоти: їх хімічний склад, структура, функції
2. Особливості геномів живих організмів. Зберігання та реалізація генетичної інформації

### **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**1.1. Метою дисципліни «Основи фізико-хімічної біології»** є систематичне уявлення про молекулярні основи життєдіяльності вірусних часток, клітин про- та еукаріот, генетичної ролі нуклеїнових кислот (ДНК та РНК), функціонування та побудови геному та пов'язаних з ним структур та молекул, насамперед білків, які виконують структурну та ферментативну функцію по відношенню до генома, про процеси та механізми реалізації генетичної інформації.

### **1.2. Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни**

**«Основи фізико-хімічної біології»** є: розглянути особливості:

- молекулярної структури, фізико-хімічних та біологічних властивостей нуклеїнових кислот – ДНК та РНК;
- молекулярної структури білків, їх конформацій та ролі у підтриманні функціонального стану геному;
- принципів функціонування генетичного коду;
- механізму реплікації ДНК за участю різноманітних ферментних систем;
- улаштування геномів вірусів, про- і еукаріот;

- тонкої структури генів та особливостей їх експресії у еукаріот та прокаріот;
- мобільних елементів геному та їх ролі у еволюції живих істот;
- механізмів біосинтезу білка та його регуляції на транскрипційному й трансляційному рівнях;
- молекулярних механізмів рекомбінації;
- репаративних процесів;
- принципів конструювання рекомбінантних ДНК;
- інформаційно-аналітичних методів, що використовуються в молекулярній біології;
- сучасних методів визначення первинної структури нуклеїнових кислот та білків.

**1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:**

**знати:**

- особливості молекулярної структури, фізико-хімічних та біологічних властивостей нуклеїнових кислот і білків;
- особливості будови геномів вірусів, про- і еукаріот;
- механізм реплікації ДНК у організмів різних рівнів організації
- структуру генів та особливості їх експресії
- принципи кодування генетичної інформації
- механізми біосинтезу, структуру та функціонування білків;
- мобільні елементи геному та їх ролі у еволюції живих істот;
- методи дослідження послідовності амінокислот у білках та нуклеотидів у ДНК та РНК;
- методи оперування нуклеїновими кислотами з метою отримання генетично модифікованих істот.

**уміти:**

- аналізувати механізми біосинтезу білка та його регуляції;
- визначати молекулярні механізми рекомбінації;
- використовувати інформаційно-аналітичні методи, що застосовуються в молекулярній біології для аналізу геномів та генетичних послідовностей;
- застосовувати сучасні методи визначення первинної структури нуклеїнових кислот та білків;
- здійснювати вибір оптимального методу генетичної трансформації живих істот.

**2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1 Білки: їх хімічний склад, структура, функції.**

**Нуклеїнові кислоти: їх хімічний склад, структура, функції**

Амінокислоти – мономери білків. Замінні та незамінні амінокислоти.

Особливості класифікації амінокислот, заснованої на їх хімічній структурі. Пептидний зв'язок і поліпептидний ланцюг.

Первинна структура білка – поліпептидний ланцюг. Складні просторові структури: вторинна структура –  $\alpha$ -спіраль та  $\beta$ -складчастий листок. Третинна структура – глобулярні білки. Четвертинна структура – агрегат з кількох глобул. Стабілізація конфірмаційних структур: водневі зв'язки та гідрофільно-гідрофобні взаємодії, сили Ван-дер-Ваальса. Лінійні та поворотні структури.

Класифікація та функції білків. Структурні та ферментні білки. Мембранні та даптерів на білки. Конформаційна рухливість білків. Принципи ферментативного каталізу та механізми використання гідролізу АТФ.

Нуклеотиди та їх похідні. Пурини та піримідини. Утворення полінуклеотидів. Сахаро-фосфатний остов молекул ДНК та РНК, азотисті основи. Ковалентні та водневі зв'язки. Нуклеази.

Укладання ДНК у подвійну спіраль та її стабілізація. Конформаційні форми ДНК: А, В, С, D, Т та Z-форми подвійної спіралі та умови їх існування. Білково-нуклеїнові взаємодії при компактизації ДНК. Циркулярна ДНК.

Гени, геноми, генетичний код. Молекулярна організація генетичного матеріалу. Еволюція генетичного апарату живих істот. Визначення типу геному організму за характеристиками нуклеотидних послідовностей. Класифікація геномів. Визначення типу структурної організації спадкового апарату. Структурні типи хроматину та структурна організація спадкового апарату. Структурні та регуляторні білки, пов'язані з геномом.

## **Змістовий модуль 2 Особливості геномів живих організмів.**

### **Зберігання та реалізація генетичної інформації**

Геноми вірусів. ДНК- та РНК-вмісні віруси. Особливості реплікації у ДНК та РНК-вмісних вірусів. Економічність геному вірусів. Зворотня транскрипція у ретровірусів та параретровірусів для забезпечення синтезу вірусних копій ДНК. Фреймшифтинг та амфіполярність матриць.

Загальна характеристика генома прокариот. Структура нуклеоїду. Фактори компактизації бактеріальної хромосоми. Моделі улаштування бактеріальної хромосоми під час синтезу внутрішньоклітинних та даптерів налених білків. Формування даптерів н комплексів поблизу цитоплазматичної мембрани. Додаткові геномні елементи – плазміди. Тонка структура генів прокариот. Бактеріальні оперони. Функції їх регуляторних ділянок – промоторних та даптерів нале зон. Блоки Прібнова та Гілберта та їх роль в ініціації транскрипції. Ініціюючі та даптерів кодони. Послідовність Шайна-Дальгарно та її роль у подальшій ініціації трансляції.  $\rho$ -залежні та  $\rho$ -незалежні термінатори.

Загальна характеристика генома еукариот. Структурні типи хроматину. Надмірність еукариотичного геному. Типи даптер та некодуючих послідовностей. Мозаїчна (екзон-інтронна) організація генів еукариот. Сплайсинг, транссплайсинг та аутосплайсинг. Рівні компактизації

еукаріотичної хромосоми на різних стадіях клітинного циклу. Роль даптерів у компактизації еукаріотичних хромосом. Гени еукаріот, їх даптер та регуляторні ділянки: блок Хогнеса, «GC»-мотив, «ССААТ»-блок. Регуляторні елементи генома еукаріот: енхансери, сайленсери, «GC» – мотив та інші. Повори у еукаріот них ДНК.

Загальна характеристика реплікації ДНК як матричного процесу синтезу. Поняття про реплікон. Основні типи репліконів. Уявлення про механізми реплікації ДНК (консервативний, дисперсивний, напівконсервативний). Загальна характеристика білків і ферментів, які беруть участь у процесі реплікації ДНК (на прикладі хромосоми *E. coli*). Роль топоізомераз у просторових перетвореннях хромосоми перед початком та під час реплікації ДНК. Праймази та РНК-полімерази та їх участь у синтезі затравок (праймерів). Типи праймінгу. Праймосоми, їх склад та функціонування. ДНК-полімерази прокариот та еукаріот, їх структура, механізм дії та функції на різних етапах реплікації. Будова та ферментативні активності ДНК-полімераз прокариот: полімерази I, II та III *E. coli*. Функціональна активність ДНК-полімераз еукаріот. Хелікази. Їх структура, різноманітність та функції в процесі реплікації. Роль хеліказ та SSB-білків у розгортанні даптерів молекули ДНК. Сучасні уявлення про реплікацію ДНК: ініціація, елонгація та даптерів н реплікації. Будова ділянок *ori-C* та їх роль у формуванні ініціального комплексу Формування реплісоми на стадії ініціації. Відмінність синтезу ДНК на ведучому та відсталому ланцюгах. Фрагменти Оказакі. Роль ДНК-полімерази I у заміні праймерів на ДНК-ові фрагменти. Процесивність реплікації. Точність синтезу ДНК. Важливість топологічних перетворень ДНК у ході реплікації та під час її завершення (катенани, катемери та конкатемери). Роль топоізомераз у просторових перетвореннях ДНК. Інгібітори топоізомераз із ряду фторхінолонів та пригнічення ними синтезу ДНК. Особливості реплікації у плазмід, вірусів та еукаріот. Різноманітність типів реплікації ( $\gamma$ -,  $\theta$ -,  $\sigma$ -типи та D-петлевий механізми ампліфікації ДНК).

Основи регуляції експресії генів у прокариот та еукаріот. Алостеричні білки та їх роль в регуляції ферментативної активності та в регуляції роботи генів. Різноманітність шляхів регуляції експресії гена. Аналіз шляхів регуляції експресії гена. Складання схеми регуляції експресії гена. Основні молекулярні механізми регуляції транскрипції. Позитивний та негативний контроль в регуляції експресії генів. Індукція і репресія як головні механізми регуляції синтезу білків на генетичному рівні. Комбінування індукції, репресії та позитивного і негативного контролю у бактеріальних оперонах (чотири типи «класичних» оперонів). Аутогенний контроль як один з найудосконалених механізмів регуляції транскрипції. Катаболітна репресія вуглеводами як змішаний тип регуляції в лактозному опероні *E. coli*. Механізми регуляції трансляції. Аттенуація як один з

Мобільні генетичні елементи – віруси, плазміди, транспозони. Загальна характеристика мобільних елементів геномів прокариот та еукаріот. Плазміди бактерій. Їх форма, властивості та особливості реплікації. Плазміди

фертильності та їх варіанти. Здатність до передачі генетичної інформації. Оперон трансмісії. R-плазмиди та їх роль в поширенні мікроорганізмів, стійких до антибіотиків та сульфаніламідів. Плазмиди бактеріоциногенії та токсинуотворення. IS-елементи і транспозони у бактерій. Механізми транспозиції. Зв'язок транспозонів з плазмідами та фагами. Плазмиди, транспозони, ретропозони, ретротранспозони та ДНК мітохондрій і пластид у еукаріотів. Їх участь у спадкових зміненнях організмів та еволюційне значення. Віруси рослин, тварин і бактеріофаги як мобільні генетичні елементи. Їх роль у спадковій мінливості організмів.

### **3. Рекомендована література**

#### **Базова:**

1. Сиволоб, А. В. Молекулярна біологія / А. В. Сиволоб. – Київ : Видавничо- поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 384 с.
2. Великов В. А. Молекулярная биология. Практическое руководство. – Саратов : Саратовский источник, 2013. – 84 с.
3. Молекулярная біологія : структура и биосинтез нуклеиновых кислот. / Под ред. акад. А. С. Спирина. / Москва : Высшая школа, 1990, – 350 с.
4. Тоцький В. М. Генетика. / В. М. Тоцький – Одеса : Астропринт, 1998. – 476 с.
5. Боечко Ф.Ф. Основи молекулярної біології. / Ф.Ф. Боечко, Л.О. Боечко, І.В. Шмиголь. – Черкаси : Вид. відділ ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2010. – 460 с.
6. Коничев А.С. Молекулярная биология : Учеб. для студ. пед. вузов: 2-е изд., испр. / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. – Москва : Академия, 2005. – 400 с.
7. Мушкамбаров Н.Н. Молекулярная биология : Учебное пособие для студентов мед. вузов. / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – Москва : ООО «Медицинское информационное агентство», 2007. – 536 с.

#### **Додаткова**

8. Альбертс Б. Молекулярная биология клетки. / Б.Альбертс, Д.Брей, Дж. Льюис, К.Робертс, Дж. Уотсон. – Москва : Мир, 1994.
9. Ашмарин И.П. Молекулярная биология. / И.П. Ашмарин. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1975. – 368 с.
10. Боечко Ф.Ф. Біологічна хімія. / Ф.Ф. Боечко. – Київ : Вища школа, 1995. – 536 с.
11. Боечко Ф. Ф., Боечко Л. О., Чепчуренко Н. В. Біологічна хімія, частина I. / Ф. Ф. Боечко, Л. О. Боечко, Н. В. Чепчуренко – Черкаси: Вид. від ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2011. – 252 с.
12. Бурьянов В.С. Обзор успехов и перспектив генно-инженерной биотехнологии растений. / В.С. Бурьянов. // Физиология растений. – 1999. – Т.46. – Вып.6. – С.930-944.
13. Гвоздев В.А. Механизмы регуляции активности генов в процессе

транскрипции. / В.А. Гвоздев. // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 1. – С. 23–31.

14. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. / Б. Глик, Дж. Пастернак. [Под ред. Н.К. Янковского]. – Москва : Мир, 2002. – 585 с.

15. Зенгер В. Принципы структурной организации нуклеиновых кислот. / В. Зенгер. – Москва : Мир, 1987. – 584 с.

16. Киселев Л.Л. Геном человека и биология XXI века / Л.Л. Киселев. // Вестник РАН 2000. – Т. 70. – Вып.5. – С. 412–424.

17. Коротяев А.И. Молекулярная биология и медицина. / А.И. Коротяев, Н.Н. Лищенко. – Москва : Медицина, 1987. – 288 с.

18. Ланцов В.А. Репарация ДНК и канцерогенез: универсальные механизмы репарации у про- и эукариот и последствия их повреждения у человека / В.А. Ланцов. // Молекулярная биология. – 1998. – Т. 32. – Вып. 5. – С. 757–772.

19. Мартин Й. Фолдинг белка, протекающий с участием шаперониновой системы GroEl/GroEs. / Й. Мартин. // Биохимия. – 1998. – Т.63. – Вып.4. – С. 444–452.

20. Ніколайчук В.І. Генетична інженерія : Підручник для студентів біол. спеціальностей вищих закладів освіти. / В.І. Ніколайчук, І.Ю. Горбатенко. – Ужгород, 1999. – 188 с.

21. Патрушев Л.И. Экспрессия генов. / Л.И. Патрушев. – Москва : Наука, 2000. – 830 с.

22. Рис Э. Введение в молекулярную биологию : От клеток к атомам. [Пер. с англ.] / Э. Рис, М. Стернберг. – Москва : Мир, 2002. – 142 с.

23. Самуилов В.Д. Программируемая клеточная смерть. / В.Д. Самуилов, А.В. Олескин, Е.М. Лагунова. // Биохимия. – 2000. – Т. 65. – Вып. 8. – С. 1029–1046.

24. Сингер М. Гены и геномы : в 2-х томах. / М. Сингер, П. Берг. – Москва : Мир, 1998. – Т.1. – 377 с.; Т. 2. – 394 с.

25. Спирин А.С. Молекулярная биология : Структура рибосомы и биосинтез белка. / А.С. Спирин. – Москва : Высшая школа, 1986. – 303 с.

26. Спирин А.С. Молекулярная биология : Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. / В.И. Агол, А.А. Богданов, В.А. Гвоздев и др.; [Под ред. А.С. Спирина.] – Москва : Высш. шк., 1990. – 352 с.

27. Спирин А.С. Регуляция трансляции м-РНК-связывающими факторами у высших эукариот / А.С. Спирин. // Успехи биологической химии. – 1996. – Т.36. – С. 3–48.

28. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функция белков. / В.М. Степанов. – Москва : Изд-во МГУ, Наука, 2005. – 336 с.

29. Тоцький В.М. Генетика. 2-е вид., виправл. та доп. / В.М. Тоцький. – Одеса : Астропринт, 2002. – 710 с.

30. Чемерис А.В. Секвенирование ДНК : монография / А.В. Чемерис, Э.Д. Ахунов, В.А. Вахитов; Отдел биохимии и цитохимии Уфимского научного центра РАН. – Научное издание. – Москва : Наука, 1999. – 429 с.



31. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия : Учеб.-справ. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / С.Н. Щелкунов. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2004. – 496 с.

32. Биохимия и молекулярная биология / В.Эллиот, Д. Эллиот. Пер. с англ. О.В. Добрыниной, И.С. Севериной, Е.Д. Скоцеляс и др. – Москва : МАИК «Наука / Интерпериодика», 2002. – 446 с.

#### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання**

Екзамен.

#### **5. Засоби діагностики успішності навчання**

Діагностика залишкових базових знань з дисципліни проводиться з використанням комплектів завдань для діагностики успішності навчання за змістовними модулями.