

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

Кафедра біотехнологій та біоінженерії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

**Проректор з науково-педагогічної
та методичної роботи**

_____ В.В. Костін
“ _____ ” _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ ФІЗИКО-ХІМІЧНОЇ БІОЛОГІЇ

Галузь знань 10 Природничі науки

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоінженерія»

Факультет природничих наук

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни | |
|--|--|--------------------------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 3 | Галузь знань: 10 «природничі науки» <small>(шифр і назва)</small> | Вибіркова | |
| | Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоінженерія» Спеціальність 101 Екологія <small>(шифр і назва)</small> | | |
| Модулів – 1 | Спеціальність (професійне спрямування): _____ | Рік підготовки: | |
| Змістових модулів – 2 | | 5-й | |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ <small>(назва)</small> | | Семестр | |
| Загальна кількість годин – 108 | | 1-й | – |
| Тижневих годин для денної форми навчання: 1-й семестр: аудиторних – самостійної роботи студента – | Освітньо-кваліфікаційний рівень: «Магістр» | Лекції | |
| | | 36 год. | – |
| | | Практичні | |
| | | 12 год. | – |
| | | Лабораторні | |
| | | 12 | – |
| | | Самостійна робота | |
| | | 48 год. | – |
| | | Індивідуальні завдання: | |
| | | – | – |
| Вид контролю: | | | |
| екзамен | – | | |

Примітка.

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

для денної форми навчання –

для заочної форми навчання – –

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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.

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.

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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

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.

3. Програма навчальної дисципліни

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

Тема 1. Хімічний склад білків

Амінокислоти – мономери білків. Замінні та незамінні амінокислоти. Особливості класифікації амінокислот, заснованої на їх хімічній структурі. Пептидний зв'язок і поліпептидний ланцюг.

Тема 2. Структура білків

Первинна структура білка – поліпептидний ланцюг. Складні просторові структури: вторинна структура – α -спіраль та β -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.

Тема 3. Класифікація та функції білків. Структурні та ферментні білки. Мембранні та даптерів на білки. Конформаційна рухливість білків. Принципи ферментативного каталізу та механізми використання гідролізу АТФ.

Тема 4. Хімічний склад нуклеїнових кислот

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

Тема 5. Структура нуклеїнових кислот.

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.

Тема 6. Поняття про генетичну інформацію

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

Тема 1. Геноми вірусів

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.

Тема 2. Організація геномів прокариот

Загальна характеристика генома прокариот. Структура нуклеоїду. Фактори компактизації бактеріальної хромосоми. Моделі улаштування бактеріальної хромосоми під час синтезу внутрішньоклітинних та даптерів належних 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 належних 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. р-залежні та р-незалежні термінатори.

Тема 3. Молекулярна організація геномів еукаріот

Загальна характеристика генома еукаріот. Структурні типи хроматину. Надмірність еукаріотичного геному. Типи даптер та некодуючих послідовностей. Мозаїчна (екзон-інтронна) організація генів еукаріот. Сплайсинг, трансплайсинг 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. Повороти у еукаріотних ДНК.

Тема 4. Реплікація ДНК. Особливості реплікації у прокариот та еукаріот. Репарації ДНК.

Загальна характеристика реплікації ДНК як матричного процесу синтеза. 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 (Υ-, Θ-, σ-типи та D-петлевий механізми ампліфікації ДНК).

Тема 5. Біосинтез білка: принциповий механізм

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. Атенуація як один з

Тема 6. Мобільні генетичні елементи – віруси, плазміди, транспозони

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-плазміди та їх роль в поширенні мікроорганізмів, стійких до антибіотиків та сульфаніламідів. Плазміди бактеріоциногенії та токсиноутворення. IS-елементи і транспозони у бактерій. Механізми транспозиції. Зв'язок транспозонів з плазмідами та фагами. Плазміди, 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.

4. 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. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Модуль 1 | | | | | | | | | | | | |
| Змістовий модуль 1 | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1.1 Хімічний склад білків | 9 | 3 | 2 | 2 | – | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 1.2 Структура білків | 9 | 3 | | 2 | – | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 1.3 Класифікація та функції білків | 9 | 3 | 2 | 2 | – | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 1.4 Хімічний склад нуклеїнових кислот | 9 | 3 | | | – | 4 | | | | | | |
| Тема 1.5 Структура нуклеїнових кислот | 9 | 3 | 2 | | – | 4 | | | | | | |
| Тема 1.6 Поняття про генетичну інформацію | 9 | 3 | | | – | 4 | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 1 | 54 | 18 | 6 | 6 | – | 24 | – | – | – | – | – | – |
| Змістовий модуль 2 | | | | | | | | | | | | |
| Тема 2.1 Геноми вірусів | 9 | 3 | 2 | 2 | – | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 2.2 Організація геномів прокариот | 9 | 3 | | 2 | – | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 2.3 Молекулярна організація геномів еукаріот | 9 | 3 | 2 | | – | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 2.4 Реплікація ДНК. Особливості реплікації у прокариот та еукаріот. Репарації ДНК. | 9 | 3 | 2 | | – | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 2.5 Біосинтез білка: | 9 | 3 | | 2 | – | 4 | – | – | – | – | – | – |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-----------|-----------|-----------|---|-----------|---|---|---|---|---|---|
| принциповий механізм | | | | | | | | | | | | |
| Тема 2.6 Мобільні генетичні елементи – віруси, плазміди, транспозони | 9 | 3 | | | – | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Разом модулем 2 | 54 | 18 | 6 | 6 | – | 24 | – | – | – | – | – | – |
| ІНДЗ (КР, РГ, к/р) | | | | | | | | | | | | |
| Семестровий контроль (залік, екзамен) | екза- мен | | | | | | | | | | | |
| Усього годин | 108 | 36 | 12 | 12 | – | 48 | – | – | – | – | – | – |

5. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|-------|--|-----------------|-------------|
| | | Денна ф.н. | Заочна ф.н. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Обмін речовин та енергії | 2 | – |
| 2. | Біохімічні зміни в організмі людини при навантаженні | 2 | – |
| 3. | Біохімічні основи м'язового скорочення | 2 | – |
| 4. | Молекулярні основи спадковості. Будова ДНК та РНК | 2 | – |
| 5. | Зберігання і модифікація генетичного матеріалу | 2 | – |
| 6. | Експресія генетичного матеріалу | 2 | – |
| Разом | | 12 | – |

6. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|-------|---|-----------------|-------------|
| | | Денна ф.н. | Заочна ф.н. |
| 1. | Визначення протеїнових фракцій сироватки крові експрес-методом за Олла-Маккордом | 2 | – |
| 2. | Ферментативний гідроліз білків в організмі людини | 2 | – |
| 3. | Транспорт речовин через плазматичну мембрану | 2 | – |
| 4. | Визначення інтенсивності фотосинтезу | 2 | – |
| 5. | Визначення продукції та деструкції органічної речовини у водних рослин йодометричним методом Вінклера | 2 | – |
| 6. | Дослідження властивостей нуклеопротейдів та нуклеотидів | 2 | – |
| Разом | | 12 | – |

7. Самостійна робота

| № з/п | Вид роботи | Кількість годин | |
|-------|--|-----------------|-------------|
| | | Денна ф.н. | Заочна ф.н. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Вивчення лекційного матеріалу | 16 | – |
| 2. | Підготовка до практичних занять та оформлення звітів | 16 | – |
| 3. | Підготовка до лабораторних занять та оформлення звітів | 16 | – |
| Разом | | 48 | – |

8. Індивідуальні завдання

Для студентів денної форми навчання – підготовка рефератів, презентацій за визначеною викладачем темою з дисципліни.

9. Методи навчання

1. Словесні методи (лекції, розповідь, пояснення, тощо).
2. Наочні методи (демонстрування, ілюстрації, показ об'єкта, моделі).
3. Практичні методи (виконання завдань практичних занять, лабораторних робіт).

10. Методи контролю

1. Робота на лекції (контроль відвідування, ведення конспекту лекцій).
2. Поточний та підсумковий контроль знань (індивідуальне опитування, контроль виконання тестів, реферати, оцінка якості підготовки та захисту індивідуальних завдань, що виконуються під час аудиторних занять та під час самостійної роботи).
3. Робота студентів на практичних та лабораторних заняттях (контроль відвідування, підготовки до заняття, наявність конспекту практичних занять, оцінка активності студента на практичних та лабораторних заняттях, якості підготовки та захисту доповідей-повідомлень).

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Денна форма навчання

Модуль 1

Екзамен

| Вид занять | Змістовий модуль № 1 | Змістовий модуль № 2 | Сума |
|--|----------------------|----------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 3 |
| Лекції: | 18 год. | 18 год. | 10 балів, з них: |
| – контроль відвідування лекцій | 2,5 | 2,5 | 5 |
| – ведення конспекту лекцій | 2,5 | 2,5 | 5 |
| Практичні заняття: | 6 год. | 6 год. | 10 балів, з них: |
| – контроль відвідування, підготовка до заняття | 2,5 | 2,5 | 5 |
| – виконання завдання, конспект практичного заняття | 2,5 | 2,5 | 5 |
| Лабораторні заняття: | 6 год. | 6 год. | 10 балів, з них: |
| – контроль відвідування, підготовка до заняття | 2,5 | 2,5 | 5 |
| – виконання завдання, конспект практичного заняття | 2,5 | 2,5 | 5 |
| Поточний та підсумковий контроль: | Змістовий модуль № 1 | Змістовий модуль № 2 | 50 балів, з них: |
| – виконання поточних контрольних робіт, тестових завдань (максимальний бал) | 15 | 15 | 30 |
| – опитування, виконання завдань самостійної роботи, реферати, (максимальний бал) | | 10 | |
| наукові статті, тези (максимальний бал) | | 10 | |
| Екзамен | | 20 | |
| Усього | | 100 балів | |

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою | |
|--|-------------|--|---|
| | | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 90 – 100 | A | відмінно | зараховано |
| 82-89 | B | добре | |
| 74-81 | C | | |
| 64-73 | D | задовільно | |
| 60-63 | E | | |
| 35-59 | FX | незадовільно з можливістю повторного складання | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 0-34 | F | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

12. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки щодо практичних занять з навчальної дисципліни «Основи фізико-хімічної біології» для студентів денної форми навчання за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та біоенергетика». Спеціальність 101 Екологія. – Кременчук: КрНУ.

2. Методичні вказівки щодо лабораторних занять з навчальної дисципліни «Основи фізико-хімічної біології» для студентів денної форми навчання за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та біоенергетика». Спеціальність 101 Екологія. – Кременчук: КрНУ.

3. Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи фізико-хімічної біології» для студентів денної форми навчання за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та біоенергетика». Спеціальність 101 Екологія. – Кременчук: КрНУ.

13. 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 І. / 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. Спириин А.С. Молекулярная биология : Структура рибосомы и биосинтез белка. / А.С. Спириин. – Москва : Высшая школа, 1986. – 303 с.
26. Спириин 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. Спириин А.С. Регуляция трансляции м-РНК-связывающими факторами у высших эукариот / А.С. Спириин. // 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.