

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА «ОСНОВИ БІОХІМІЇ»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Вступна характеристика предмету: біохімія — одна з провідних наук сучасності. Вона відкриває широкі можливості регулювання життєвими процесами живих організмів. Головною метою біохімії є дослідження хімічного складу живих організмів та хімічні процеси, які проходять у живих організмах і є основою їхньої життєдіяльності.

Навчальна програма «Основи біохімії» розрахована на учнів 9—11 класів загальноосвітніх, позашкільних навчальних закладів та навчальних закладів нового типу, для роботи творчих учнівських об'єднань.

Освітня концепція предмету: вивчення основних біохімічних елементів та сполук, їх структур, властивостей, функцій і значення в природі та житті людини, висвітлення основних біохімічних процесів; опанування біохімічними та мікроскопічними методами дослідження; ознайомлення з роботою хімічних лабораторій, підприємств тощо.

Мета програми — ознайомлення вихованців гуртка з предметом досліджень біохімії, її сучасним станом та перспективами розвитку, методологією наукових досліджень, прикладним застосуванням біохімічних знань; розвиток в учнів схильності до самостійної дослідницької діяльності.

Основні завдання програми:

- забезпечення засвоєння вихованцями системи знань про закономірності перетворень хімічних речовин у живих організмах, фізико-хімічні основи процесів життєдіяльності;
- ознайомлення учнів з актуальними питаннями та сучасними напрямками розвитку біологічної хімії;
- розвиток наукового мислення;
- знайомство з сучасними методиками біохімічних досліджень;
- розвиток системи соціалізації;
- допомога у професійній орієнтації;
- розвиток творчих здібностей дітей;
- застосування сучасних технологій навчання.

Методи занять: аудіальні (бесіди, пояснення, розповідь тощо), візуальні (з використанням таблиць, демонстрування дослідів, робота з науковою та науково-популярною літературою тощо), полімодальні (демонстрування відеофільмів, проведення дослідів, експериментів, виконання схематичних малюнків, складання опорних конспектів тощо).

Навчальна програма передбачає два роки навчання: 1-й рік навчання вищого рівня — 216 год. на рік/ 6 год. на тиждень; 2-й рік навчання вищого рівня — 216 год. на рік/ 6 год. на тиждень

Форми занять: лекції, практичні заняття, диспути, прес-конференції, екскурсії до вищих навчальних закладів, науково-дослідних установ, на підприємства. Програмою передбачено проведення групових, парних та колективних форм роботи.

Перевірка та оцінювання знань, вмінь учнів: на кожному занятті рівень знань перевіряється за допомогою комплексу креативних та практичних методів (методом аудиту, рівноправного навчання, спроб та помилок). В кінці розділу проводиться тестування, перевірка засвоєння практичних навичок.

У змісті програми значна частина годин відведена біологічним та медичним технологіям. Крім теоретичних занять, до змісту програми входять практичні роботи та екскурсії. В разі необхідності керівник гуртка може вносити зміни щодо структури та змісту навчального матеріалу, розподілу годин на вивчення окремих тем.

Вищий рівень, перший рік навчання
НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
	Вступ	6		6
1.	Початкові хімічні поняття	10	8	18
2.	Основи біологічної хімії	12	12	24
3.	Вуглеводи	8	16	24
4.	Ліпіди	10	14	24
5.	Амінокислоти	10	14	24
6.	Пептиди та білки	8	16	24
7.	Нуклеїнові кислоти	14	10	24
8.	Ферменти	10	14	24
9.	Вітаміни	8	10	18
	Підсумкові заняття		6	6
	Разом:	96	120	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (6 год.)

Ознайомлення учнів з роботою гуртка та масовими еколого-натура-лістичними заходами. Проблеми охорони природи в нашій державі. Участь України в міжнародних природоохоронних організаціях.

Розділ 1. Початкові хімічні поняття (18 год.)

Будова атомів та молекул. Хімічні зв'язки. Типи хімічних реакцій. Ентальпія та ентропія. Хімічна рівновага та кінетика хімічних реакцій. Окисно-відновні процеси. Каталіз. Хімія розчинних сполук, водні розчини.

Практичні роботи:

- Брейн-ринг на тему «Хімічні елементи».
- Складання рівнянь окисно-відновних реакцій.

Розділ 2. Основи біологічної хімії (24 год.)

Предмет і завдання біохімії. Правила роботи в хімічній лабораторії. Техніка безпеки. Біологічно важливі хімічні елементи. Сполуки вуглецю. Основні класи органічних сполук. Активні біохімічні групи, їхні властивості. Енергетика біохімічних процесів.

Екскурсія до біохімічної лабораторії.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач з термодинаміки хімічних процесів.
- Дослідження теплового балансу хімічних реакцій (мікрокалориметрія).
- Розв'язування задач на концентрації, кінетику та каталіз.

Розділ 3. Вуглеводи (24 год.)

Біологічні функції вуглеводів. Структура моносахаридів. Реакції моносахаридів. Найважливіші представники моносахаридів. Дисахариди. Структура полісахаридів. Найважливіші представники полісахаридів: глікоген, целюлоза та крохмаль. Глікопротеїни.

Практичні роботи:

- Якісні реакції на вуглеводи.
- Дослідження розщеплення вуглеводів ферментами.

- Складання оптимального за вмістом вуглеводів харчового раціону.
- Складання рівнянь перетворень вуглеводів.

Розділ 4. Ліпіди (24 год.)

Хімічна будова ліпідів. Біологічні функції ліпідів. Класифікація ліпідів. Фосфоліпіди та гліколіпіди, їхня структура. Стероїди, їхні біологічні функції.

Практичні роботи:

- Якісні реакції на ліпіди.
- Дослідження переокислення ліпідів.
- Дослідження масляного числа (вмісту жирних кислот) олійних культур (на прикладі соняшника).
- Складання оптимального за вмістом ліпідів харчового раціону.
- Складання рівнянь перетворень ліпідів.

Розділ 5. Амінокислоти (24 год.)

Хімічна будова амінокислот. Біологічні функції амінокислот. Фізичні та хімічні властивості амінокислот. Замінні та незамінні амінокислоти.

Практичні роботи:

- Якісні реакції на амінокислоти.
- Електрофоретичне розділення амінокислот.
- Складання оптимального за вмістом незамінних амінокислот харчового раціону.
- Складання рівнянь перетворень амінокислот.

Розділ 6. Пептиди та білки (24 год.)

Біологічні функції білків. Пептидний зв'язок. Пептидний синтез. Конформація поліпептидного ланцюга. Вторинні структури білків. Третинні структури білків. Структурні білки. Глобулярні білки. Згортання білків. Методи виділення та аналізу білків.

Практичні роботи:

- Якісні реакції на білки.
- Дослідження числа падіння (вмісту білка в клейковині) у хлібопродуктах (на прикладі борошна пшениці).
- Дослідження денатурації та ренатурації білків під дією фізичних і хімічних чинників.
- Біофізичні методи виділення білків (седиментація, центрифугування, електрофорез тощо).
- Складання рівнянь утворення та розпаду білків.

Розділ 7. Нуклеїнові кислоти (24 год.)

Біологічні функції нуклеїнових кислот. Азотисті основи та нуклеотиди, АТФ. Рибонуклеїнові кислоти. Дезоксирибонуклеїнові кислоти. Молекулярні моделі ДНК та РНК.

Практичні роботи:

- Якісна реакція на ДНК.
- Виділення ДНК з культури *Escherichia coli*.
- Виділення дезоксирибонуклеопротеїдів з тваринних клітин.
- Складання рівнянь перетворень азотистих основ, нуклеозидів і нуклеотидів.

Розділ 8. Ферменти (24 год.)

Біологічні функції ферментів. Ферментативна активність. Реакційна та субстратна специфічність. Класи ферментів. Ферментативний каталіз. Кінетика ферментативних реакцій. Інгібітори. Ферментативний аналіз, основи спектрофотометрії.

Практичні роботи:

- Дослідження впливу фізичних і хімічних чинників на активність ферментів (на прикладі каталази).
- Розв'язування задач з інгібування активності ферментів.
- Ознайомлення з роботою на спектрофотометрі (фотоколориметрі).

Розділ 9. Вітаміни (18 год.)

Вітаміни — кофактори ферментів. Окисно-відновні коферменти. Коферменти переносу груп. Хімічна природа найпоширеніших вітамінів. Біологічні функції вітамінів. Потреба організму у вітамінах, авітаміноз та гіпервітаміноз.

Практичні роботи:

- Обчислення добової потреби людини у вітамінах А, В, С, Е.
- Семінар на тему «Вітаміни-радіопротектори».

Підсумкові заняття (6 год.)

Написання доповідей та рефератів, виготовлення саморобних наочних посібників. Науково-практична конференція. Підведення підсумків роботи гуртка.

Вищий рівень, другий рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Метаболізм вуглеводів	10	14	24
2.	Метаболізм ліпідів	10	14	24
3.	Метаболізм білків	10	14	24
4.	Метаболізм нуклеотидів	6	12	18
5.	Метаболізм порфіринів	6	6	12
6.	Регуляція метаболізму	10	8	18
7.	Біохімічні основи дихання	14	18	32
8.	Біохімічні основи фотосинтезу	6	12	18
	Підсумкові заняття	2	4	6
Разом:		100	116	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Розділ 1. Біохімічна організація клітини (40 год.)

Структура клітини, основні органели прокариотичної та еукаріотичної клітин. Фракціонування клітинних структур і центрифугування. Цитоскелет: склад, властивості актину та тубулінів. Структура та функції мікрофіламентів і мікротрубочок. Ядерні білки. Структура та функції біомембран. Мембранні білки та ліпіди. Проникність біомембран. Пасивний та активний транспорт, транспортні білки. Будова та функції ендоплазматичного ретикулуму та апарату Гольджі; синтез і дозрівання білка в ЕПР. Структура та функція мітохондрій. Транспортні системи мітохондрій, транспорт жирних кислот та малатів. Структура та склад лізосом, транспорт лізосомних білків. Біохімічна регуляція клітинного циклу. Апоптоз і проліферація клітин, їхня регуляція. Канцерогенез, протоонкогени та онкогени. Цитостатики.

Практичні роботи:

- Техніка мікроскопічних досліджень.
- Порівняльний аналіз будови прокариотичних та еукаріотичних клітин.
- Порівняльний аналіз будови рослинних і тваринних клітин.
- Дослідження плазмолізу та деплазмолізу рослинної клітини.

Розділ 2. Метаболізм вуглеводів (24 год.)

Гліколіз: реакції, баланс, зміни вільної енергії. Гексозомонофосфатний шлях. Глюконеогенез. Метаболізм і баланс глікогену. Регуляція вуглеводного обміну. Біосинтез інсуліну.

Експерсія до біотехнологічної лабораторії.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач на метаболізм вуглеводів.
- Семінар на тему «Цукровий діабет: досягнення в боротьбі».

Розділ 3. Метаболізм ліпідів (24 год.)

Метаболізм жирів. Деградація та синтез жирних кислот у печінці. Енергетичний баланс деградації жирних кислот. Побічні шляхи деградації жирних кислот. Біосинтез жирних кислот. Біосинтез складних ліпідів.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач на метаболізм ліпідів.
- Дослідження дихального коефіцієнту для різних жирних кислот (мікрокалориметрія).
- Семінар з теми «Атеросклероз: хвороба бідних чи багатих?».

Розділ 4. Метаболізм білків (24 год.)

Загальні відомості про білковий обмін. Протеоліз, протеолітичні ферменти. Протеїнази. Трансамінування та дезамінування. Деградація амінокислот, біогенні аміни. Цикл сечовини. Біосинтез амінокислот. Симбіотична фіксація азоту.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач на метаболізм білків.
- Дослідження азотфіксуючої спроможності різних бобових культур.
- Порівняльний аналіз різних типів азотного обміну (аміачний обмін риб, сечокислотний обмін птахів, сечовий обмін ссавців).
- Семінар «Амінокислотні біодомішки: прихована небезпека (на прикладі замінників цукру)».

Розділ 5. Метаболізм нуклеотидів (18 год.)

Біосинтез пуринів та піримідинів, утворення нуклеїнових основ. Біосинтез нуклеотидів. Відновлення рибонуклеотидів. Деградація нуклеотидів. *Практичні роботи:*

- Розв'язування задач на метаболізм нуклеотидів.
- Презентація стендових доповідей на тему «ДНК від народження до смерті».
- Семінар на тему «Порівняння нуклеотидних (АТФ і ГТФ) і електрохімічних ($\Delta\mu\text{H}^+$) джерел енергії в клітині».

Розділ 6. Метаболізм порфіринів (12 год.)

Біосинтез гема та хлорофілів. Деградація порфіринів.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач на метаболізм порфіринів.
- Дослідження деградації хлорофілу (отримання феофітину).
- Розділення фотосинтетичних пігментів (метод Краузе, дослід Цвета, паперова хроматографія тощо).

Розділ 7. Регуляція метаболізму (18 год.)

Основні механізми регуляції метаболічних процесів. Аlostерична регуляція. Контроль транскрипції, функції регуляторних білків. Гормональний контроль. Проміжний метаболізм.

Експерсія до біотехнологічної лабораторії.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач на метаболізм.
- Дослідження впливу фітогормонів і регуляторів росту на рослини.
- Семінар на тему «Гормональні препарати: за і проти (на прикладі анаболіків)».

Розділ 8. Біохімічні основи дихання (32 год.)

Структура АТФ. Фосфоангідридні зв'язки, вільна енергія високоенергетичних зв'язків. Енергетичне сопрягіння реакцій. Способи синтезу АТФ. Суб-стратне фосфорилування. Збереження енергії на мембранах. Електрохімічний градієнт та протонорушаюча сила; підтримання протонного градієнту. Дегідрогенази кетокислот. Цитратний цикл: реакції та метаболічні функції. Дихальний ланцюг: компоненти, організація та окисно-відновна система. АТФ-синтетаза. Регуляція енергетичного обміну: дихальний контроль, розрізняючі агенти, регуляція цитратного циклу. Дихання та бродіння, аеробне та анаеробне окислення глюкози. Ферментація, молочнокисле та спиртове бродіння.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач на дихання.
- Дослідження фізіологічних показників дихання у людини (спірометрія).
- Дослідження різних типів бродіння (визначення виходу CO_2 , встановлення залежності швидкості бродіння від складу та концентрації субстрату, порівняння інтенсивності бродіння у різних штамів дріжджів).
- Семінар на тему «Дихання і психосоматичні техніки (йога, цигун, метод Бутейка тощо)».

Розділ 9. Біохімічні основи фотосинтезу (18 год.)

Загальні відомості про фотосинтез. Світлові реакції фотосинтезу. Темнові реакції фотосинтезу. Фотосистеми I і II. Окисно-відновні ряди фотосинтезу. Цикл Кальвіна. Молекулярні моделі фотосистем.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач на фотосинтез.
- Дослідження інтенсивності фотосинтезу полярографічним методом (за виходом розчинного кисню) та за утворенням крохмалю.
- Ярмарок-презентація малюнків і фотокарток на листках рослин.
- Семінар з теми «Зелена революція».

Підсумкові заняття (6 год.)

Підготовка доповідей та рефератів. Науково-практична конференція гуртківців. Підведення підсумків роботи гуртка.

Вищий рівень, третій рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Біохімічні основи спадковості	12	12	24
2.	Біохімічні основи травлення	10	12	22
3.	Метаболічні процеси в печінці	10	12	22
4.	Біохімія крові та імунної системи	14	14	28
5.	Біохімія опорно-рухової системи	10	14	24
6.	Біохімія видільної системи	18	14	30
7.	Біохімія нервової регуляції	10	12	22
8.	Біохімія гормональної регуляції	10	12	22
9.	Біотехнологія	18		18
	Підсумкові заняття		6	6
Разом:		108	108	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Розділ 1. Біохімічні основи спадковості (24 год.)

Загальні відомості про генетичну інформацію, її передачу та реалізацію. Геном: хроматин та гістони. Реплікація, механізми дії ДНК-полімерази. Транскрипція та дозрівання РНК. Контроль на рівні транскрипції, сплайсинг, модифікації мРНК. Генетичний код та активація амінокислот. Рибосоми: ініціація трансляції, елонгація та термінація. Мутації та репарація, мутагенні агенти. Клонування та секвенування ДНК. Полімеразна ланцюгова реакція.

Екскурсія до анатомічного музею (ознайомлення з генетичними порушеннями розвитку).

Практичні роботи:

- Розв'язування задач з молекулярної генетики (матричні процеси, генетичний код, мутагенез, репарація тощо).
- Отримання клонованих рослин (гвоздика, морква тощо).

Розділ 2. Біохімічні основи травлення. (22 год.)

Загальні відомості про травлення. Енергетичні потреби організму та поживні органічні сполуки. Мінеральні поживні речовини та мікроелементи. Гідроліз та всмоктування поживних речовин. Секрети травного тракту. Утворення соляної кислоти. Активація травних ферментів підшлункової залози. Всмоктування моносахаридів, амінокислот і ліпідів. Забезпечення організму вітамінами, жиророзчинні та водорозчинні вітаміни.

Практичні роботи:

- Аналіз і складання енергетичного балансу та харчового раціону.
- Семінар на тему «Вітаміни та антивітаміни».

Розділ 3. Метаболічні процеси в печінці (22 год.)

Загальні відомості про функції печінки та обмін речовин у ній. Компенсаторні функції печінки, фази резорбції та пострезорбції. Метаболізм вуглеводів у печінці: гліюконеогенез, метаболізм фруктози та галактози. Метаболізм ліпідів у печінці, біосинтез кетонів тіл. Метаболічні перетворення жовчних кислот та їхніх солей. Система цитохрому P₄₅₀. Метаболізм етанолу, жирова дистрофія печінки.

Екскурсія до анатомічного музею (ознайомлення з нормальною та патологічною будовами печінки).

Практичні роботи:

- Розв'язування задач на метаболізм у печінці.
- Семінар з теми «Алкоголь: друг чи ворог?».

Розділ 4. Біохімія крові та імунної системи (28 год.)

Склад і функції крові. Білки плазми крові. Ліпопротеїнові комплекси, транспорт триацилгліцеринів і холестерину. Гемоглобін. Транспорт кисню та вуглекислого газу, регуляція транспорту газів. Еритроцити та обмін речовин. Кисотно-основний баланс і буферні системи плазми крові. Зсідання крові. Фібриноліз. Групи крові. Загальні відомості про імунну відповідь. Антитіла, класи імуноглобулінів. Біосинтез антитіл. Моноклональні антитіла, імуноаналіз.

Екскурсія до біотехнологічної лабораторії (ознайомлення з виробництвом моноклональних антитіл, інтерферону тощо).

Практичні роботи:

- Дослідження будови еритроцитів різних класів хордових.
- Розв'язування задач на групи крові.
- Ознайомлення з діагностикою за формулами крові та електрофореграмами білків плазми.
- Дослідження швидкості зсідання крові та впливу на неї різних чинників.

Розділ 5. Біохімія опорно-рухової системи (24 год.)

Хімічна будова кісток, зубів та з'єднувальної тканини. Структура та біосинтез колагенів. Міжклітинний матрикс, фібронектини та протеоглікани. Організація скелетних м'язів та механізм скорочення м'язових волокон. Регуляція скорочення м'язових волокон: електромеханічне сопряження, регуляція йонами кальцію. Енергетичний обмін у м'язовій тканині. Метаболічна регуляція скорочення м'язів: цикли Корі та аланіну, метаболізм білків та амінокислот у м'язах.

Екскурсія до фізіологічної лабораторії.

Практичні роботи:

- Ознайомлення з мікрофотографіями саркомерів. Розв'язування задач з енергетики руху.
- Розв'язування задач з біофізики руху (закони Хілла).
- Дослідження нервово-м'язового апарату (досліди Гальвані).

Розділ 6. Біохімія видільної системи (30 год.)

Загальні відомості про видільну систему та процес сечоутворення. Органічні та неорганічні складові сечі. Екскреція протонів та аміаку. Реабсорбція електролітів і води. Глюконеогенез і реабсорбція глюкози.

Екскурсія до медико-біохімічної лабораторії.

Практичні роботи:

- Робота з мікроскопом (препарати нефрону).
- Розв'язування задач з фізіології сечоутворення.
- Семінар на тему «Хвороби-порушення виділення (фенілкетонурія, хвороба Тея-Сакса тощо)».

Розділ 7. Біохімія нервової регуляції (22 год.)

Структура нервових клітин. Потенціал спокою та потенціал дії. Медіатори нервової системи: хімічна будова нейромедіаторів і нейрогормонів, біосинтез катехоламінів. Холінергічні синапси, метаболізм ацетилхоліну. Механізм зорового сприйняття: хімічна будова фоторецептора, сигнальний каскад. Енергетичний обмін головного мозку та метаболізм амінокислот.

Практичні роботи:

- Робота з мікроскопом (препарати нейронів, сітківки тощо).
- Ознайомлення з мікрофотографіями синапсів.
- Психологічні ігри та тести на виявлення типів мислення (латеральна асиметрія мозку).

Розділ 8. Біохімія гормональної регуляції (22 год.)

Система гормональної регуляції, принципи передачі гормонального сигналу в клітинах-мішенях. Ієрархічна система гормональної регуляції, рівень гормонів. Ендокринна, паракринна та аутокринна дія гормонів. Динаміка гормонів і механізм зворотного зв'язку. Ліпофільні гормони: будова, механізм дії та рецептори. Біосинтез, метаболізм та інактивація стероїдних гормонів. Гідрофільні гормони. Метаболізм пептидних гормонів, їх біосинтез, інактивація та деградація. Механізм дії гідрофільних гормонів, перетворення сигналу С-білками. Вторинні месенджери: цАМФ, йони кальцію, діацилгліцерин. Ейкозаноїди. Цитокініни та їхні рецептори.

Практичні роботи:

- Розв'язування задач з молекулярної фізіології (гормональна регуляція).
- Дослідження гормональної регуляції росту в комах.
- Дослідження фізіологічних ефектів адреналіну (стресова ситуація).
- Семінар на тему «Гормональні засоби контрацепції: переваги, недоліки, альтернативи».

Розділ 9. Біотехнологія (18 год.)

Біотехнологія та промисловість. Основи та методи генної інженерії. Використання генетично модифікованих елементів. Мобільні елементи як фактори ризику.

Підсумкові заняття (6 год.)

Підготовка доповідей та рефератів. Науково-практична конференція. Підведення підсумків роботи гуртка.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- головні етапи розвитку біохімії;
- методи біохімії;
- основні метаболічні шляхи;
- принципи та застосування хроматографії та електрофорезу;
- біохімічні основи дихання;
- біохімічні основи фотосинтезу;
- біохімічні основи спадковості;
- біохімічні основи травлення;
- біохімічні основи нервової та гормональної регуляції;
- будову клітини;
- загальну характеристику білків;
- біосинтез білка;
- загальну характеристику жирів;
- біосинтез ліпідів;
- загальну характеристику вуглеводів;
- біосинтез вуглеводів;
- загальну характеристику нуклеїнових кислот;
- біосинтез нуклеїнових кислот.

Вихованці мають вміти:

- готувати екстракти рослинних та тваринних тканин для біохімічного аналізу;
- визначати кількісний та якісний склад тваринних та рослинних тканин;
- визначати наявність основних класів органічних сполук;
- проводити хроматографічне розділення складних сумішей;
- проводити гель-електрофорез білків та нуклеїнових кислот;
- готувати звіти про результати досліджень.

Вихованці мають набути досвід:

- навчальної діяльності в умовах сучасного позашкільного закладу;
- виступів на учнівських науково-практичних конференціях;
- участі в учнівських інтелектуальних змаганнях;
- дистанційної комунікації по Інтернету.

ЛІТЕРАТУРА

1. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки. — М.: Мир, 1987.
2. Белки и пептиды/Отв. ред. В.Т. Иванов, В.М. Липкин. — М.: Наука, 1985.
3. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. — М.: Мир, 2002.
4. Гудвин Т., Меснэр З. Введение в биохимию растений: В 2 т. — М.: Мир, 1986.
5. Дмитриев А., Амбросьева Е. Биохимия: учебное пособие. — М.: Дашков и К., 2009.
6. Досон Р., Зллиот Д., Зллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. — М.: Мир, 1992.

7. *Дюга Г., Пенни К.* Биоорганическая химия: Пер. с англ. — М.: Мир, 1983.
8. *Калоус В., Павличек З.* Биофизическая химия: Пер. с чешск. — М.: Мир, 1985.
9. *Ленинджер А.* Биохимия: Молекулярные основы структуры и функций клетки: Пер. с англ. — М.: Мир, 1974, 1976.
10. *Льюин Б.* Гени: Пер. с англ. — М.: Мир, 1987.
11. *Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэл В.* Биохимия человека (в 2-х томах). — М.: Мир, 1993.
12. *Мецлер Д.* Биохимия: В 3-х т.: Пер. с англ. — М.: Мир, 1980.
13. *Мусил Я., Новакова О., Кунц К.* Современная биохимия в схемах. — М.: Мир, 1981, 1984.
14. Основы биохимии/А.Уайт, Ф.Хендлер, З.Смит и др.: В 3-х т.: Пер. с англ. — М.: Мир, 1981.
15. *Смирнов А.В.* Мир белковых молекул. Злективний курс: учебное пособие. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
16. *Фрайфелдер Д.* Физическая биохимия. — М.: Мир, 1980.
17. *Харборн Д.Б.* Введение в экологическую биохимию. — М.: Мир, 1985.
18. *Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.* Биология: в 3-х т. — М.: Мир, 1990.
19. *Глик Б., Пастернак Дж.* Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. — М.: Мир, 2002.
20. *Кольман Я., Рем К.-Г.* Наглядная биохимия. — М.: Мир, 2000.
21. *Овчинников Ю.А.* Биоорганическая химия. — М.: Просвещение, 1987.
22. *Кольман Я., Рем К.-Г.* Наглядная биохимия. — М.: Мир, 2000.
23. *Ленинджер А.* Основы биохимии: В 3-х т.: Пер. с англ. — М.: Мир, 1985.
24. *Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэл В.* Биохимия человека (в 2-х томах) — М.: Мир, 1993.
25. *Мусил Я., Новакова О., Кунц К.* Современная биохимия в схемах: Пер. с англ. — М.: Мир, 1981, 1984.
26. *Плакунов В., Николаев Ю.* Основы динамической биохимии: учебник. — М.: Логос, 2010.
27. *Смирнов А.В.* Мир белковых молекул. Злективний курс: учебное пособие. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.