

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра біохімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор Навчально-наукового інституту

«Фізико-технічний факультет»

(вказати назву структурного підрозділу)

Кузнецов П.Е.

(вказати П.І.Б керівника)

“ 22 ” серпня 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Цитологія

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої світи	перший (бакалаврський) (назва)
галузь знань	10 Природничі науки (шифр і назва)
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали (шифр і назва)
освітня програма	Біомедичні нанотехнології (шифр і назва)
спеціалізація	- (шифр і назва)
вид дисципліни	вибіркова обов'язкова / за вибором
факультет	ННІ «Фізико-технічний факультет» (назва)

2024/2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою біологічного факультету

Протокол від «26» червня 2024 року, №11

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою ННІ «Фізико-технічний факультет»

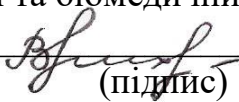
Протокол від «21» серпня 2024 року, № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Бараннік Т.В., к.б.н., доцент, доцент кафедри біохімії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Кот Ю.Г., к.б.н., доцент кафедри біохімії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Програму схвалено на засіданні кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

Протокол від «24» червня 2024 року, № 11

Завідувач кафедри медичної фізики та біомедичних нанотехнологій

_____  Валерія ТРУСОВА
(підпис)

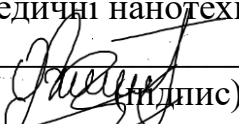
Програму схвалено на засіданні кафедри біохімії

Протокол від 20 червня 2024 року, № 13

В.о. завідувача кафедри біохімії

_____  Крістіна СЕДОВА
(підпис)

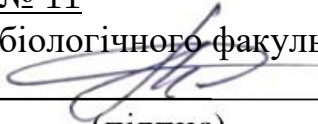
Гарант освітньої (професійної/наукової) програми (керівник проектної групи) «Біомедичні нанотехнології»

_____  Ольга ЖИТНЯКІВСЬКА
(підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією біологічного факультету

Протокол від 25 червня 2024 року, № 11

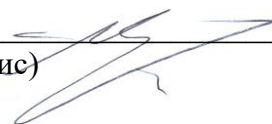
Голова науково-методичної комісії біологічного факультету

_____  Ольга ТАГЛІНА
(підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією ННІ «Фізико-технічний факультет»

Протокол від «12» липня 2024 року, № 11

Голова науково-методичної комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»

_____  Микола ЮНАКОВ
(підпис)

Вступ

При розробці програми навчальної дисципліни «Цитологія» враховані вимоги Стандарту вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, галузі знань 10 – «Природничі науки», спеціальності 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали», затвердженого наказом МОН України №804 від 16.06.2020 р.

Освітня програма – Біомедичні нанотехнології.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Мета викладання навчальної дисципліни: формування у студентів загальних уявлень про біохімічні основи функціонування клітин 3-х доменів життя

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни: (1) формування загальних уявлень про молекулярну структуру клітин про- і еукаріот, (2) формування загальних уявлень про енергетичні і метаболічні процеси в основі життєдіяльності клітин, (3) формування загальних уявлень про молекулярні механізми клітинних процесів та їх регуляцію, (4) формування загальних уявлень про методи дослідження структури та життєдіяльності клітин.

Завдання дисципліни є компонентами наступних загальних (ЗК) та спеціальних (СК) компетентностей освітньо-професійної програми «Біомедичні нанотехнології»:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-1);
- Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК-2);
- Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК-6);
- Навички здійснення безпечної діяльності (ЗК-10);
- Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів (СК-2);
- Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження (СК-3);
- Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій. (СК-5)
- Здатність працювати в якості виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах. (СК-8)
- Здатність виконувати обчислювальні методи, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних задач і моделювання фізичних систем. (СК-10)
- Здатність працювати з біологічними агентами, що використовують у біотехнологічних процесах, зокрема: з білками, нуклеїновими кислотами, мембранами, клітинами, тощо (СК-13);

1.3 Кредити – 6.

1.4 Загальна кількість годин – 180

1.5 Характеристика навчальної дисципліни:

Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
2,3	-
Семестр	
4,5	-
Лекції	
64	-

Практичні, семінарські заняття	
-	-
Лабораторні заняття	
32	
Самостійна робота	
84	-
Індивідуальні завдання	
15 (у межах самостійної роботи)	-

1.6. Заплановані результати навчання. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти мають досягти таких результатів навчання:

- Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем. (Зн-3)
- Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з теоретичної та прикладної фізики. (Зн-4);
- Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. (Зн-5)
- Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів. (Ум-1)
- Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики. (Ум-2)
- Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій. (Ум-3)
- Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики. (Ум-4)
- Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації. (Ум-5)
- Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики. (Ум-6)
- Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи. (АіВ-1);
- Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини. (АіВ-2);

1.6.1 Знання: молекулярних основ структури та функціонування клітин про- і еукаріот; локалізацію у клітинах основних шляхів обміну речовин та інформаційних процесів, основних механізмів до регуляції клітинних процесів.

1.6.2 Вміння: проводити загальний аналіз клітинних структур та міжклітинного матриксу; надавати характеристику будови та функціонування клітин 3-х доменів життя за допомогою відповідної термінології.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Схема будови клітин про- і еукаріот. Біомолекули у складі клітин.

Тема 1. Клітинна теорія. Три домени життя. План будови клітин про-і еукаріот

Клітинна теорія і ознаки живих систем. Класифікація живих організмів. Загальні риси та план будови клітин про- і еукаріот: організація спадкового матеріалу, наявність компартментів, поверхневий апарат, елементи цитоскелету. Розбіжності у молекулярній організації клітин, що належать до 3-х доменів життя (бактерії, археї і еукаріоти). Порівняння будови клітин і вірусів.

Тема 2. Основні класи біомолекул та їх біологічні функції у складі клітин.

Хімічний склад живих організмів, органогени. Хімічні зв'язки і слабкі взаємодії в біомолекулах. Характеристики ковалентного зв'язку. Слабкі взаємодії: водневий зв'язок, гідрофобні взаємодії, Ван-дер-Ваальсови сили, електростатичні взаємодії.

Класифікація і функціональні групи у складі біомолекул. Моно- та полі-гетеро-функціональні сполуки. Приклади біомолекул з різними функціональними групами.

Вуглеводи: їх класифікація та біологічна роль. Моно-, оліго- і полісахариди.

Ліпіди: їх класифікація та біологічна роль. Природні жирні кислоти та їх похідні (гліцери- і сфінголіпіди). Похідні ізопрену. Стерини і стериди. Ізопреноїди і терпени.

Природні амінокислоти та їх класифікація. Фізико-хімічні властивості амінокислот.

Природні пептиди і поліпептиди. Фізико-хімічні властивості білків. Сучасні уявлення про структурну організацію білків. Пептидний зв'язок. Первинна, вторинна, третинна та четвертинна структури. Природа хімічних зв'язків, які стабілізують білкову молекулу. Денатурація поліпептидів. Складні білки. Класифікація і біологічні функції протеїнів.

Склад нуклеїнових кислот. Структура та фізико-хімічні властивості пуринових і піримідинових основ. Нуклеотиди і нуклеозиди. Нуклеїнові кислоти. ДНК: структура, біологічна роль, розповсюдження у природі. Структура РНК. Основні типи РНК (матричні РНК, рибосомні РНК, транспортні РНК)

Тема 3. Інформаційні процеси у клітинах та їх локалізація

Центральна догма молекулярної біології. Система лінійного кодування інформаційних біополімерів. Генетична роль ДНК і структура хромосом у прокаріот та еукаріот. Локалізація генетичного матеріалу у прокаріот. Реплікація ДНК: учасники, механізми, етапи. ДНК-полімерази. Рекомбінація ДНК. Репарація ДНК.

Етапи генної експресії. Структура генів і транскрипція у прокаріот і еукаріот. РНК-полімерази. Процесинг РНК. Біосинтез білка. Генетичний код. Компоненти трансляційного апарату. Структура і функції рибосом. Основні етапи трансляції та її регуляція. Посттрансляційна модифікація білків. Мутації та мутагени, вплив на структуру і функції білків.

Молекулярні відмінності організації генетичного матеріалу і генної експресії у 3-х доменів життя. Особливості інформаційних процесів у клітин, що інфіковані вірусами. Вплив вірусних часток на функціонування генетичного апарату та біосинтез білка у клітини-хазяїна.

Тема 4. Компартменти клітин про- і еукаріот. Елементи цитоскелету

Функціональна компартменталізація цитоплазми. Мікрокомпартменти прокаріот.

Структура і біологічні функції компартментів еукаріот. Структура і хімічний склад ядра еукаріот. Двомембранні енергетичні органели (мітохондрії і хлоропласти). Одномембранні органели: ендоплазматичний ретикулум і апарат Гольджі, ендосоми, лізосоми, вакуолі і пероксисоми. Цитозоль.

Роль цитоскелету в структурованості клітин. Окремі компоненти бактеріального цитоскелету. Молекулярна будова та регуляція філаментів цитоскелету еукаріот. Рух клітин еукаріот. Джгутики.

Тема 5. Поверхневий апарат клітин. Позаклітинний матрикс. Клітинні контакти

Молекулярний склад поверхневого апарату клітин. Особливості біомембран у клітинах 3-х доменів життя. Механізми мембранного транспорту. Джгутики і рух клітин прокаріот.

Молекулярний склад клітинних стінок у про- і еукаріот. Особливості клітинних стінок бактерій і архей. Грам-позитивні і негативні мікроорганізми.

Компоненти позаклітинного матриксу (на прикладі сполучної тканини тварин). Різновиди контактів між клітинами і клітини з матриксом, роль цитоскелету.

Розділ 2. Біохімічні основи функціонування клітин

Тема 6. Метаболізм. Біокаталіз. Ферменти. Коферменти.

Обмін речовин (метаболізм). Каталіз. Хімічна природа ферментів. Механізми ферментативного каталізу. Номенклатура та класифікація ферментів.

Метаболічна мапа клітини. Різновиди метаболічних шляхів. Ключові ферменти і метаболіти. Функціональна спеціалізація органел. Синтези клітинних компонентів і перенос між компартментами.

Тема 7. Енергетичні стратегії клітин

Макроергичні біомолекули. АТФ як універсальне джерело енергії у біосистемах. Супряження біологічних реакцій. Відновлювальні еквіваленти.

Організація енергетичного метаболізму у клітинах гетеротрофів (бродіння, дихання). Гліколіз. Доля пірувату та типи бродіння. Бактеріальне бродіння: механізми, біохімічна різноманітність. Дихання. ЦТК. Порівняння дихальних ланцюгів в клітинах про- і еукаріот.

Енергетика хемолітотрофів та організація електрон-транспортних ланцюгів.

Різноманітність метаболізму фототрофів та організація фотосистем і ЕТЛ фотосинтезу про- і еукаріот. Організація фотосистем та фотосинтезу про- і еукаріот. Бактеріальний фотосинтез та фотосинтез у рослин.

Тема 8. Шляхи катаболізму та біотрансформації у клітинах. Біоремедіація.

Різноманітність катаболічної активності прокаріот. Ріст на різних субстратах.

Катаболічні процеси в різних компартментах клітини еукаріот: лізосоми, пероксисоми, мітохондрії, цитозоль, вакуолі і т.ін.

Ферменти двох фаз біотрансформації. Цитохроми P450. Реакції кон'югації. Поняття про біодеградацію та біоремедіацію. Шляхи біотрансформації в клітинах еукаріот: реакції у гладкому ЕР та ін. компартментах.

Тема 9. Шляхи біосинтезу біомолекул у клітинах.

Джерела субстратів для біосинтезів: асиміляція сірки, аміаку та однокарбонових сполук, механізми фіксації карбону та нітрогену.

Біосинтез вуглеводів і ліпідів: загальні шляхи та їх локалізація у клітинах. Біосинтез амінокислот та нуклеотидів: загальні шляхи та їх локалізація у клітинах.

Біохімічні процеси, пов'язані з синтезом, модифікацією і секрецією макромолекул, що відбуваються у еукаріот. Ключова роль ендоплазматичного ретикулуму і апарата Гольджі. Шляхи синтезу глікопротеїнів і гліканів. Ковалентні модифікації білків. Фолдінг білків.

Розділ 3. Молекулярні основи регуляції клітинних процесів.

Тема 10. Загальні принципи регуляції клітинного метаболізму.

Регуляція білкової активності як основа регуляції клітинних процесів. Термінова регуляція. Довгострокова регуляція. Період життя протеїнів та його регуляція.

Регуляція експресії генів: основні підходи та особливості у про-і еукаріот. Оперони. Роль посттранскрипційних механізмів у довгостроковій регуляції обміну речовин у клітинах еукаріот.

Поняття про гомеостаз і загальні механізми інтеграції клітинних процесів. Роль регуляції активності ферментів, ключових метаболітів і транспортних процесів. Шляхи транспорту та сортування макромолекул в клітинах. Везикулярний транспорт молекул.

Тема 11. Механізми міжклітинної комунікації. Сигналінг. Дія гормонів

Основні параметри сигнальної трансдукції. Механізми дії гормонів на клітинному рівні. Механізми трансформації гормонального сигналу в метаболічну відповідь клітини.

Мембранні і внутрішньоклітинні рецептори гормонів. Вторинні месенджери.

Інтеграція клітинного метаболізму в умови стресу і адаптації. Молекулярні механізми резистентності клітин про- і еукаріот до активних форм кисню. Поняття про біохімію стресу.

Тема 12. Механізми розподілення та диференціювання клітин про- і еукаріот.

Життєвий цикл прокаріот та його регуляція. Спороутворення

Мітотичний цикл еукаріот: фази та регуляція. Переключення фаз циклу. Регулятори. Роль циклінів, циклін-залежних кіназ та ін. Порівняльна характеристика мітозу і мейозу.

Поняття про підходи до диференціювання на прикладі клітин еукаріот. Роль регуляції генної експресії.

Молекулярні механізми розвитку апоптозу. Роль факторів росту, каспаз, шляхи запуску. Білки, що беруть участь в регуляції апоптозу. Механізми регуляції апоптозу, його взаємозв'язок з клітинним циклом і репарацією ДНК.

Сучасні уяви про аномальну проліферацію клітин в основі онкогенезу. Утворення онкогенів з протоонкогенів. Мутації, що впливають на стабільність геному. Білки-супресори пухлиноутворення. Онкогенні віруси.

Розділ 4. Методологія дослідження клітин та клітинних процесів

Тема 13. Сучасні підходи до культивування клітин.

Культивування прокаріотичних клітин. Культивування модельних клітин еукаріот. Трансформовані клітини у дослідженнях у культурі.

Генно-інженерні методи у біохімічних дослідженнях. Трансформація клітин. Вектори, нокаут і нокдаун генів, мутагенез. Клонування.

Тема 14. Сучасні напрями досліджень клітинній біології. Дослідження клітинного метаболізму і міжклітинної комунікації.

Актуальні аспекти молекулярних досліджень клітинних компонентів і процесів. Дослідження ферментативних процесів. Синтез метаболітів і макроергів

Дослідження руху і адгезії клітин. Дослідження сигналінгу

Тема 15. Дослідження клітинного циклу, поділу і диференціювання клітин і апоптозу

Дослідження мітозу: особливості хроматину, синхронізація культури. Дослідження клітинних маркерів. Дослідження апоптозу

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усь ого	у тому числі					Усь ого	у тому числі				
		л	п	лб	із	ср		л	п	лб	із	ср
Розділ 1. Схема будови клітин про- і еукаріот. Біомолекули у складі клітин												
Тема 1. Клітинна теорія. 3 домени життя. План будови клітин	10	2				8						
Тема 2. Основні класи біомолекул та їх біологічні функції у складі клітин	14	8				6						
Тема 3. Інформаційні процеси у клітинах: механізми та локалізація	12	6				6						
Тема 4. Компартменти клітин про- і еукаріот. Елементи цитоскелету	14	8				6						
Тема 5. Поверхневий апарат клітин. Позаклітинний матрикс. Клітинні контакти	14	8				6						
Разом за розділом 1	64	32				32						
Розділ 2. Біохімічні основи функціонування клітин												
Тема 6. Метаболізм. Біокаталіз. Ферменти. Коферменти	8	4				4						
Тема 7. Енергетичні стратегії клітин	8	4				4						
Тема 8. Шляхи катаболізму та біотрансформації у клітинах. Біоремедіація	8	4				4						
Тема 9. Шляхи біосинтезу біомолекул у клітинах	8	4				4						
Разом за розділом 2	32	16				16						
Розділ 3. Молекулярні основи регуляції клітинних процесів.												
Тема 10. Загальні принципи регуляції клітинного метаболізму	8	4				4						
Тема 11. Механізми міжклітинної комунікації. Сигналінг. Дія гормонів	12	6				6						

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лб	із	ср		л	п	лб	із	ср
Тема 12. Механізми розподілення та диференціювання клітин про- і еукаріот	12	6				6						
Разом за розділом 3	32	16				16						
Розділ 4. Методологія дослідження клітин та клітинних процесів												
Тема 13. Сучасні підходи до культивування клітин	12			8	3	4						
Тема 14. Сучасні напрями досліджень клітинної біології. Дослідження клітинного метаболізму і міжклітинної комунікації.	20			12	6	8						
Тема 15. Дослідження клітинного циклу, поділу і диференціювання клітин і апоптозу	20			12	6	8						
Разом за розділом 4	52			32	15	20						
Усього годин	180	64		32	84							

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Робочим навчальним планом передбачені лабораторні заняття для денної форми навчання

№	Назва теми	годин
1.	Імунофлуоресцентна візуалізація компартментів клітин в моношарі <i>in vitro</i>	4
2.	Візуалізація клітин у складі моно- та мультиклітинних тривимірних культур	4
3.	Дослідження міграційної та проліферативної здатності фібробластів шкіри без та під дією хемоатрактанту <i>in vitro</i>	4
4.	Прижиттєве визначення та візуалізація інтенсивності синтезу мРНК в клітинах ссавців <i>in vitro</i>	4
5.	Прижиттєве визначення та візуалізація інтенсивності синтезу білку в клітинах ссавців <i>in vitro</i>	4
6.	Прижиттєве визначення та візуалізація інтенсивності синтезу АТФ в клітинах ссавців <i>in vitro</i>	4
7.	Візуалізація гетерохроматину та еухроматину в процесі реплікації клітини <i>in vitro</i>	4
8.	Дослідження стадій реорганізації ядерної ламіни в процесі мітозу <i>in vitro</i>	4
	Усього годин	32

4. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст роботи	Годин
1.	Опрацювання тем Розділу 1. Підготовка до тестування та залікової роботи	32
2.	Опрацювання тем Розділу 2. Підготовка до тестування та залікової роботи	16
3.	Опрацювання тем Розділу 3. Підготовка до тестування та залікової роботи	16
4.	Опрацювання тем Розділу 4. Підготовка до лабораторних робіт. Підготовка розрахункового індивідуального завдання	20
	<i>Усього годин</i>	84

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальні розрахункові завдання виконуються в рамках лабораторного практикуму за темами розділу 4 (теми 13-15) у 5-му семестрі. Оцінюється оформлення тексту роботи і усний захист.

6. Методи навчання

Лекції з мультимедійними презентаціями та елементами дискусії, побудовані у ракурсі проблемно-орієнтованого навчання з акцентом на сучасні напрями досліджень. Лабораторні заняття супроводжуються обговоренням сучасної наукової літератури, результатів досліджень, забезпечені методичними вказівками, містять елементи проблемного навчання. Консультації.

7. Методи контролю

Методи письмового і усного контролю: поточне тестування на лекціях, контрольні роботи, усні опитування протягом семестру з метою контролю засвоєння теоретичних положень, що розглядаються на лекціях та лабораторних заняттях, контроль за веденням лабораторного журналу і оформленням звітів з лабораторних робіт, залікові роботи, що проводяться відповідно у 4му і 5му семестрі.

8. Схема нарахування балів

Семестр 4 (теоретичне навчання)

Поточний контроль		Підсумковий контроль	
Тестування та опитування	Контрольна робота	Залікова робота	Всього
Розділ 1			
16	24	60	100

Семестр 5 (лекції та лабораторні роботи)

Поточний контроль				Підсумковий контроль	
Тестування та опитування		Лабораторний практикум і ІНДЗ	Контрольна робота	Залікова робота	Всього
Розділ 2	Розділ 3				
6	10	24	20	40	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
90–100	відмінно	зараховано
70–89	добре	
50–69	задовільно	
1–49	незадовільно	не зараховано

Критерії оцінювання знань студентів з навчальної дисципліни:

Оцінка «Зараховано» (50-100 балів)

- розкрито основний зміст питань у обсязі навчальної програми та рекомендованої літератури: наявність загальних уявлень про особливості структури та функціонування клітин різного типу організації, методологію досліджень в галузі.
- правильне використання спеціальних термінів;
- успішне виконання всіх видів поточних завдань

Оцінка «не зараховано» (менше 50 балів)

- відсутність загальних уявлень про особливості структури та функціонування клітин різного типу організації, методологію досліджень; відповіді неправильні, не розкрито основний зміст завдання.
- при викладенні матеріалу допущені грубі помилки, що свідчать про відсутність знань відповідних розділів програмного матеріалу;
- невиконання поточних завдань;

9. Рекомендована література

Базова література

1. Загальна цитологія: підручник. / М.Е. Держинський, Н.В. Скрипник, А.С. Пустовалов, Г.В. Островська, І.М. Варенюк, О.К. Вороніна, Л.М. Пазюк, С.М. Гарматіна; упорядкування Н.В.Скрипник. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2020.– 640 с.
2. Біологічні мембрани та основи внутрішньоклітинної сигналізації. Теоретичні аспекти : навч. посіб. / Л. І. Остапченко, Т. Б. Синельник, І. В. Компанець. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2016. – 639 с.
3. Протченко, П.З. Загальна мікробіологія, вірусологія та імунологія : вибрані лекції : навч. посіб. для студ. вищ. мед. закл. освіти III-IV рівнів акредитації / П. З. Протченко ; Одес. держ. мед. ун-т. - О. : ОДМУ, 2002. - 298 с

Допоміжна література

4. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія: підручник. – К. : Видавничо-поліграфічний центр. Київський університет, 2008.– 384 с.
5. Біоорганічна хімія. Практикум : навч. посіб. / Л. І. Остапченко, І. В. Компанець, О. В. Скопенко та ін. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. – 400 с.
6. Нельсон Д. Л., Коке М. М. Основи біохімії за Ленінджером. Посібник / Переклад з англ. Наук. ред. перекладу С. Комісаренко.- Видавництво «БаК», 2015. - 1280 с.
7. Fluorescence Confocal Microscopy: Applications in Animal Cell Cytology. Laboratory manual and students study guide/ Kot Yurii, Kot Kateryna, Yevhen Persky – Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, 2021. – 131 с.

8. Culture of animal cells. A manual of basic technique and specialized applications. R. Ian Freshney, WILEY-BLACKWELL, 2010.
9. Live Cell Imaging. A laboratory manual. Edited by Robert D. Goldman and David L. Spector, CSHL PRESS, 2005.
10. Short protocols in cell biology. Edited by Juan S. Bonifacino and Mary Dasso, WILEY, 2003.
11. Biophysical Tools for Biologists, Volume One: In Vitro Techniques. Methods in Cell Biology. ACADEMIC PRESS, 2008.
12. Biological Safety: Principles and Practice. Fleming D.O & Hunt D.L. ASM PRESS, 3rd ed., 2000.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Інтернет-ресурси вільного доступу

1. <http://www.biochemweb.org/>
2. http://www.biology.arizona.edu/CELL_BIO/cell_bio.html
3. <http://www.biochem4schools.org/>
4. <http://cellbio.utmb.edu/CELLBIO/>
5. http://www.biozone.co.nz/biolinks/CELL_BIOLOGY.html
6. <http://www.cytochemistry.net/Cell-biology/>
7. <http://www.nature.com/molcellbio/index.html>
8. <http://sites.google.com/site/scienceprofonline/cellbiologyhelp>
9. Cell Culture Lab Simulation
<https://www.labster.com/simulations/cell-membrane-and-transport/>
10. Cell Culture: Cell Culture Basics
<https://www.youtube.com/watch?v=ON2e1VsBhJk>
11. Interactive cell biology pathways
<https://www.abcam.com/tag/interactive%20pathways>
<https://www.cellsignal.com/pathways>

Інше методичне забезпечення – презентації до лекцій

11. Матеріально-технічне забезпечення навчальної дисципліни

- Спеціалізована лабораторія для роботи з культурами клітин з ступенем фільтрації повітря HEPA H14 та позитивним тиском.
- Лазерний скануючий конфокальний мікроскоп Olympus FV10i-LIV з програмним забезпеченням Olympus cellSence (Японія).
- Лазерний протоковий цитофлуориметр Millipore Guava PCA (США);
- Люмінометр Berthold Sirius з інжектором реагентів (Німеччина);
- Мікропланшетний флуориметр/спектрофотометр/люмінометр Bio-Tek FL600 (США);
- Спектрофотометр скануючий Biochrom Ultrospec 3100 pro (США);
- Мікроскоп інвертований Zeiss Telaval 31 (Німеччина);
- TransferMan NK (Німеччина) та мікроін'єктором CellTram Air (Німеччина);
- Автоматичний лічильник клітин Invitrogen Countess (США);
- Автоматичний лічильник клітин Millipore Scepter (США);
- CO₂-інкубатор Eppendorf Galaxy 14S (Німеччина);
- Ламінарні бокси 1 класу (Україна);
- Аспіратор вакуумний Integra Vacusafe (США);
- Центрифуга Thermo Scientific Duraforce 200;
- Центрифуга з охолодженням Sorvall Biofuge Fresco (США);

- Інкубатор Eppendorf Thermomixer R (Німеччина);
- Орбітальний шейкер/термостат VWR mini (США);
- Орбітальний перемішувач IKA MS3 (Німеччина);
- Ваги аналітичні Mettler Toledo AT250 (Швейцарія);
- рН-метр Accumet AR20 (США);
- Дозатори автоматичні серологічні Thermo Cellmate (США);
- Дозатори автоматичні CAPP (Данія)