Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра трансляційної
медичної біоінженерії

[BF36] ОСНОВИ ЦИТОЛОГІЇ ТА ГЕНЕТИКИ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	163 Біомедична інженерія
Освітня програма	163Б РБІ - Регенеративна та біофармацевтична інженерія (ЄДЕБО id: 32311)163Б РБФІ+ - Регенеративна та біофармацевтична інженерія (ЄДЕБО id: 58754)G22Б РБФІ - Регенеративна та біофармацевтична інженерія (ЄДЕБО id: 83697)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кред. (Лекц. 36 год, Практ. 18 год, Лаб. 18 год, СРС. 78 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	
Розміщення курсу	Лекц.: Поєдинок. Л., Пр

а
к
т
.
:
Поєдинок Н. Л.
,
Л

а
б
.
:
Поєдинок Н. Л.
,
https://do.ipo.kpi.ua/course/view.php?id=4944

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання Що буде вивчатися

Основи мікроскопічної та ультрамікроскопічної будови клітин, функції, обмін речовин, розвиток клітин, взаємозв'язок функціональних особливостей і призначення клітин, особливості фізіологічної ролі клітинних і субклітинних структур в нормі та при патології.

Чому це цікаво/треба вивчати

Пізнання клітини має найважливіше значення для розвитку безлічі інших біологічних наук, таких як фізіологія, генетика, молекулярна біологія та ін., Тому що дає їм як би субстрат, матеріал для вивчення окремих властивостей саме клітин: всі функціональні відправлення організмів мають клітинну основу. Величезне значення сучасна цитологія, має для медицини, так як будь-які захворювання людського організму своєю основою мають патологію конкретних клітин або їх груп, що важливо для розуміння розвитку хвороби, для її діагностики і для вибору методів лікування і профілактики захворювання.

Чому можна навчитися

Знання:

- основних етапів розвитку цитології (біології клітини);
- перспектив розвитку клітинної біології у XXI сторіччі;
- основних положень сучасної клітинної теорії;
- сучасних методів дослідження клітини;
- сучасних методів тривимірної реконструкції клітин та їхніх складових;
- структурно-функціональної організації клітини,
- будови та функції ядра, органел та інших структурних частин клітини;
- будови і функції біологічних молекул;
- енергетичного балансу у клітині;
- основних морфометричних показник підвищеної синтетичної активності клітин;
- основних етапів клітинного циклу;
- основних процесів мейозу;
- механізмів мітотичного поділу клітин;
- механізмів внутрішньоклітинної передачі сигналу;
- міжклітинної сигналізації;
- особливостей розвитку та розмноження клітин;
- клітинних механізмів розвитку хвороб;

Вміння:

- застосовувати набуті знання для майбутньої професійної діяльності та з метою збереження власного здоров'я;
- працювати зі світловим мікроскопом;
- Вміти виготовляти тимчасові та постійні цитологічні препарати;
- користуватись приладами та обладнанням, необхідними для морфо-функціонального аналізу клітин і тканин.
- розпізнавати на електронограмах клітинні органели, включення, мембрани та інші складові клітини;
- розрізняти на цитологічних препаратах клітини та субклітинні структури;
- вибирати цитологічні методи для вивчення певної клітини;
- описувати, в якому функціональному стані знаходиться клітина;

Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями

Здобуті знання та уміння є важливим інструментом для оцінювання інформації щодо діагнозу в умовах закладу охорони здоров’я, його підрозділу, використовуючи знання про клітини та тканини людини, на підставі результатів лабораторних досліджень.

Програмні компетентності, які мають бути сформовані після вивчення дисципліни, та які відповідають освітній програмі «Регенеративна та біофармацевтична інженерія»:

Загальні компетентності

ЗК-5 Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

Фахові компетентності

ФК 4 Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації)

ФК 5 Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

ФК 9 Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами

ФК 11 Здатність аналізувати біологічні об'єкти різних форм організації (акаріоти, прокаріоти, еукаріоти: клітини та тканини людини й тварин) та окремі їх частини (білки, нуклеїнові кислоти тощо), використовуючи біологічні, хімічні, фізичні та математичні методи.

ФК 13 Здатність до інтегрованого використання інженерних та біологічних методів для розробки, проєктування, реалізації регенеративних та біофармацевтичних технологій, а також інженерних основ трансляційної медицини

Програмні результати навчання, які мають бути досягнуті після вивчення дисципліни та які відповідають освітній програмі «Регенеративна та біофармацевтична інженерія»:

ПРН 1 Організації та принципи функціонування біологічних об'єктів та окремих їх частин в умовах in vivo та in vitro, а також методи їх вивчення (оцінки) (біологічні, хімічні, фізичні, математичні).

ПРН 19 Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів

ПРН 20 Організовувати біоінженерні процеси залежно від характеристики використовуваного біологічного об'єкта та/або кінцевого продукту.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: Вивченню дисципліни передує оволодіння курсів «Біологія клітини», «Біохімія», «Генетика» та «Екологія».

Постреквізити: Дисципліни які вивчаються на основі даної дисципліни (за структурно-логічною схемою в ОП)

3. Зміст навчальної дисципліни

Теми лекційних занять:

№	Тема	Заняття	Тиждень вивчення
Розділ 1. Історія розвитку цитології. Еволюція клітини. Цитологічні методи дослідження.			
1	Тема 1. Основні періоди розвитку цитології. Біологія клітин як основа сучасних біологічних знань. Клітинна теорія. Сучасний період розвитку цитології. Вітчизняні цитологічні школи. Зміст, задачі та зв'язок цитології з іншими медико-біологічними дисциплінами, значення для медицини. Загальна морфологія клітини. Клітина – елементарна одиниця живого. Клітина – єдина система сполучених функціональних одиниць. Гомологічність клітин. Клітини від клітини. Клітина та багатоклітинний організм. Тотипотентність клітин.	Лекція 1, практичне заняття 1	1
2	Тема 2. Сучасні уявлення про еволюцію клітини Від молекул до першої клітини. Формування зовнішньої мембрани як ключовий момент в еволюції. Еволюційне походження мембраних органел.	Лекція 2, практичне заняття 2,	2
3	Тема 3. Методи цитологічних досліджень Історія вивчення клітин. Світлова мікроскопія. Вітальне (прижиттєве) вивчення клітин. Вивчення фіксованих клітин. Електронна мікроскопія: конрастування корпускулярних об'єктів, ультрамікроскопія, інші спеціальні методи електронної мікроскопії біологічних об'єктів. Фракціонування клітин. Методи підготовки матеріалу для цитологічних досліджень.	Лекція 3, лабораторна робота 1	3
Розділ 2. Основні структурні частини клітини. Міжклітинні взаємодії. Диференціація і зміни клітин			
4	Тема 4. Будова і хімія клітинного ядра. Функції еукаріотичного ядра. Морфологія ядерних структур. Роль ядерних структур у життєдіяльності клітини. Ядерні компоненти прокаріотів. Ядро еукаріотів. Еухроматин та гетерохроматин. Хромосомний цикл. Загальна морфологія мітотичних хромосом. Клітинний цикл еукаріотів. Ендорепродукція та поліплоїдія. Просторове розташування хромосом у інтерфазному ядрі. Структура та хімія хроматину. ДНК хроматину. Реплікація еукаріотичних ДНК. Функціональні властивості гістонів. Перший рівень компактизації ДНК. Структурна роль нуклеосом. Другий рівень компактизації ДНК. Негістонові білки. Петльові домени ДНК – третій рівень структурної організації. Ядерний білковий матрикс. Четвертий рівень упаковки хроматину. Загальна організація мітотичних хромосом.	Лекція 4-5, практичне заняття 3, лабораторна робота 2	4-5
5	Тема 5. Молекулярна організація спадкового апарату. Дезоксирибонуклеїнова кислота. Рибонуклеїнові кислоти. Реплікація ДНК. Репарація ДНК. Транскрипція РНК. Процесинг РНК. Хроматин і хромосоми.	Лекція 6, лабораторна робота 3	6

6	Тема 6. Ядерні транскрипти та їх транспорт. Ядро - джерело рибосом. Будова рибосом. Множинність рибосомних генів. Ампліфіковані ядерця. Будова та функціонування генів рРНК. Структура ядерця. Фібрилярний центр та ядерцевий організатор. Структурні типи ядерців. Білки ядерця. Загальна схема роботи ядерця як спеціального локусу синтезу рибосом. Нові, неканонічні функції ядерців. Ядрішко під час мітозу: периферичний хромосомний матеріал. Нерибосомні продукти ядра. Транскрипція нерибосомних генів. Морфологія РНП-компонентів ядра. Синтез РНК у пуфах політенних хромосом. Транскрипція мейотичних хромосомах. Морфологія транскрипції індивідуальних генів Синтез транспортних РНК Ядерна оболонка. Компоненти ядерних оболонок. Роль ядерної оболонки в ядерно-цитоплазматичному обміні. Імпорт каріофільних білків. Експорт із ядра в цитоплазму. Динаміка ядерної оболонки у мітозі	Лекція 7, практичне заняття 4	7
7	Тема 7. Структура й функції біологічних мембран Хімічний склад і загальні принципи організації біологічних мембран. Принципи структурно-функціональної організації плазматичної мембрани еукаріотичної клітини. Мембранний транспорт.	Лекція 8, лабораторна робота 4	8
8	Тема 8. Цитозоль та включення клітини Хімічний склад цитозолю. Фізико-хімічні властивості цитозолю. Структурно- функціональна організація цитозолю. Функціональне значення цитозолю. Протеосоми. Молекулярна організація і роль протеасом в контролі якості зборки та конфірмаційних змін білків гіалоплазми. Роль дисфункції протеасом в захаорюваннях людини, асоційованих із віком. Класифікація включень за хімічною природою. Класифікація включень за функціональним призначенням. Характеристика основних включень клітин.	Лекція 9, лабораторна робота 5	9
9	Тема 9. Цитоплазма: опорно-рухова система (цитоскелет). Проміжні філаменти. Мікрофіламенти. Мікротрубочки. Клітинний центр.	Лекція 10, практичне заняття 5	10
10	Тема 10. Вакуолярна система внутрішньоклітинного транспорту Загальна схема функціонування вакуолярної системи. Гранулярний ендоплазматичний ретикулум. Котрансляційний транспорт розчинних білків. Транспорт нерозчинних (мембранних) білків. Синтез клітинних мембран. Транспорт між ендоплазматичним ретикулумом та апаратом Гольджі	Лекція 11, лабораторна робота 6	11
11	Тема 11. Системи енергозабезпечення клітин Мітохондрії – будова та функції. Загальна морфологія. Ультраструктура мітохондрій Функції мітохондрій. Окисне фосфорилювання у бактерій. Збільшення числа мітохондрій. Авторепродукція мітохондрій. Хондріом Пластиди. Хлоропласт. Функції хлоропластів. Онтогенез та функціональні перебудови пластид. Фотосинтезуючі структури нижчих еукаріотичних та прокаріотичних клітин. Геном пластид	Лекція 12, практичне заняття 6	12

12	Тема 12. Механізми клітинного ділення. Мітотичний поділ клітин. Загальна організація мітозу. Різні типи мітозу еукаріотів. Морфологія мітотичної постаті. Центромери та кінетохор. Динаміка мітозу. Самоорганізація системи мікротрубочок. Мітоз рослинної клітки. Розподіл бактеріальних клітин. Мейоз. Особливості профази I мейотичного розподілу. Стадія профази I мейотичного поділу	Лекція 13, лабораторна робота 7	13
13	Тема 13. Регуляція клітинного циклу Фактор стимуляції мітозів. Цикліни. Регуляція клітинного поділу у ссавців. Контрольні точки клітинного циклу. Загибель клітин: некроз та апоптоз. Некроз. Апоптоз	Лекція 14, практичне заняття 7	14
14	Тема 14. Міжклітинні взаємодії Структурно-функціональна характеристика позаклітинного матриксу. Механізми реорганізації та оновлення позаклітинного матриксу сполучних тканин. Клітинні контакти.	Лекція 15, лабораторна робота 8	15
15	Тема 15. Інформаційні міжклітинні взаємодії Ендокринна, паракринна, синаптична, аутокринна, юкстакринна сигналізація. Клітинні рецептори та їхня участь у процесах міжклітинної сигналізації. Класифікація рецепторів.	Лекція 16, практичне заняття 8	16
16	Тема 16. Диференціація і зміни клітин Принципи генетичного контролю експресії генів. Диференціація клітин у ході індивідуального розвитку організму. Динамічна стійкість диференційованого стану	Лекція 17, лабораторна робота 9	17
17	Тема 17. Патологія клітини Патологія плазматичної мембрани. Хвороби, пов'язані з порушенням ендо- та екзоцитозу. Патологія проміжних філаментів. Патологія мікротрубочок. Патології ядра. Зміни лізосом при патології. Хвороби, пов'язані з патологіями мітохондрій. Хвороби, пов'язані з порушенням сигналів внутрішньоклітинного транспорту	Лекція 18, практичне заняття	18

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять присвячені закріпленню знань отриманих на лекціях

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	**Електронна мікроскопія** *Розглядаються принцип методу, трансмісійна та скануюча мікроскопія. Контрастування об'єктів, мікроскопія, заморожування - сколювання.* ***Рекомендована література:*** [*13, 15*] ***СРС:*** *Виконання домашніх завдань у робочому зошиті за даною темою.*
2	**Метод авторадіографії. Флуоресценція. Метод гібридизації insitu** *Об'єкти дослідження та способи застосування авторадіографічних методів. Детектори випромінювання, що використовуються в радіорадіографії. Вибір радіоізотопу та розрахунок його кількості. Приготування препаратів, проведення експерименту.* ***Рекомендована література:*** [*4, 5*] ***СРС:*** *Виконання домашніх завдань у робочому зошиті за даною темою.*

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
3	**Фракціонування клітин і клітинного вмісту** *Методики для дослідження ізольованих відділів клітини, руйнування клітин. Молекули-маркери.* ***Рекомендована література:*** [*4, 5*] ***СРС:*** *Виконання домашніх завдань у робочому зошиті за даною темою.*
4-5	**Методи дослідження фіксованих клітин та тканин** *Основні принципи виготовлення препаратів для світлової та електронної мікроскопії, отримання матеріалу (біопсія, голкова пункційна біопсія, автопсія). Фіксація, зневоднення, ущільнення об'єктів, виготовлення зрізів на мікротомах та ультрамікротомах. Види мікропрепаратів - зріз, мазок, відбиток, плівки, шліф.* *Забарвлення та контрастування препаратів* ***Рекомендована література:*** [*4, 5, 13, 15*] ***СРС:*** *Виконання домашніх завдань у робочому зошиті за даною темою.*
6	**Методи дослідження хімічного складу і метаболізму клітин і тканин.** *Цито- і гістохімічні методи. Електронна гістохімія.* ***Рекомендована література:*** [*4, 5, 13, 15*] ***СРС:*** *Виконання домашніх завдань у робочому зошиті за даною темою*
7	**Кількісні методи досліджень.** *Морфометрія, денситометрія, цитофотометрія, спектрофлуорометрія.* ***Рекомендована література:*** [*4, 5, 13, 15*] ***СРС:*** *Виконання домашніх завдань у робочому зошиті за даною темою.*
8	**Методи дослідження живих клітин та тканин.** *Прижиттєві дослідження клітин в організмі (in vivo). Метод трансплантації клітин. Вітальне і суправітальне забарвлення. Дослідження живих клітин і тканин в культурі (in vitro). Гібридоми. Штучне запліднення* ***Рекомендована література:*** [*4, 5, 13, 15*] ***СРС:*** *Виконання домашніх завдань у робочому зошиті за даною темою.*
9	**Методи аналізу зображення клітинних і тканинних структур** *Виявлення морфометричних, денситометричних параметрів і їх статистична обробка* ***Рекомендована література:*** [*4, 5, 13, 15*] ***СРС:*** *Виконання домашніх завдань у робочому зошиті за даною темою.*

Теми лабораторних занять:

- **Устройство і принцип роботи світлового мікроскопа**

Ознайомитися з пристроєм мікроскопа, уважно прочитати опис, порівняти з мікроскопом, що діє. Виписати призначення та склад систем мікроскопа. Намалювати схему влаштування мікроскопа.

- **Загальна морфологія клітини**

Розглянути та замалювати схему будови прокаріотичної та еукаріотичної клітин.

- **Вивчення готових і приготування тимчасових препаратів клітинних включень**
- **Клітинна оболонка і міжклітинні контакти**

Розглянути та замалювати будову структур цитоплазматичної мембрани.

- **Будова мембранних органоїдів на прикладі готових і тимчасових препаратів**

Розглянути мікрофотографію гранулярного ендоплазматичного ретикулуму. Зробити малюнок, позначити ЕПС, рібосоми.

- **Структура немембранних органоїдів**

Розглянути мікрофотографію мікротрубочок. Зробити малюнок, позначити центральну пару мікротрубочок та периферичні дублети.

- **Будова ядра і його складових частин**

Розглянути малюнок інтерфазного ядра та замалювати.

- **Репродукція прокаріотичних і еукаріотичних клітин**

Розглянути запропоновані схеми поділу клітини. Зробити малюнки.

- **Мейоз**

Розглянути схему мейозу. Зробити малюнок. Розглянути схеми сперматогенезу та овогенезу. Зробити малюнок, вказати особливості стадій. Розглянути препарати "Сперматозоїди ссавця" та «Яєчник ссавця», зробити малюнки.

4. Навчальні матеріали та

ресурси Базова

1. **Загальна цитологія: підручник. / М.Е. Дзержинський, 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. Гістологія. Цитологія. Ембріологія / за ред. професор О.Д. Луцика та професора Ю.Б. Чайковського. — Вінниця: Нова Книга, 2018. — 592 с.
3. *Новак В.П., Бевз О.С., Мельниченко А.П.Цитологія, гістологія, ембріологія : підручник / за заг. ред. В.П. Новака. – 3-тє вид., змінене і доп. – Львів : Магнолія 2021. – 436 с.*
4. **Варенюк І.М., Дзержинський М.Е. Методи цито-гістологічної діагностики: навчальний посібник.- Київ: Інтерсервіс, 2019.– 256 с.**
5. Ященко АМ, Єлісєєва ОП, Білий РО, Панкевич ЛВ, Наконечна ОВ, Дудок ВВ, Смолькова ОВ, Джура ОР, Челпанова ІВ, Амбарова НО, Дудок ОВ, Луцик ММ, Согомонян ЄА, Струс ХІ. Загальна гістологія для студентів медичного факультету. Навчальний посібник для практичних занять та самостійної позааудиторної роботи з гістології, цитології та ембріології / Ред. Луцик О.Д. Львів, ЛНМУ. 2017: 94с.
6. «Гістологія, цитологія, ембріологія» для студентів стоматологічних факультетів ЗВМО України / О.Д.Луцик, Ю.Б.Чайковський, Р.Г.Білий ; за ред.: О.Д.Луцика, Ю.Б.Чайковського. – Вінниця : Нова Книга, 2020. – 496 с
7. Дзержинський М.Е., Скрипник Н.В., Островська Г.В., Гарматіна С.М., Пазюк Л.М., Бузинська Н.О., Варенюк І.М., Пустовалов А.С., Вороніна О.К.. Загальна цитологія та гістологія.– Київ: ВПЦ "Київський університет", 2010.– 575 с.
8. Дзержинський М.Е., Вороніна О.К.,Скрипник Н.В., Гарматіна С.М., Пазюк Л.М. Загальна цитологія. Практикум: навчальний посібник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. – 126 с.
9. Під ред. Е.Ф.Баринова, Ю.Б.Чайковського. Цитологія і загальна ембріологія. Навчальний посібник. Київ, ВСВ «Медицина», 2010.- 216 с.

Додаткова

1. Білий РО, Ковалишин ВІ, Челпанова ІВ, Єлісєєва ОП, Балуш ЛВ, Наконечна ОВ, Ященко

АМ, Луцик ОД. Цитологія, ембріологія та загальна гістологія: навчальний посібник атлас. Львів, Кварт. 2017: 59с. doi: 10.13140/RG.2.2.11920.00003/1
2. Білий РО. Цитологія та загальна гістологія: методичний посібник для вивчення мікропрепаратів. Львів, Кварт. 2017: 45с. doi: 10.13140/RG.2.2.32238.61768/1
3. **Дзержинський Микола Едуардович, Пазюк Любов Михайлівна, Вороніна Олена Костянтинівна, Гарматіна Софія Михайлівна, Островська Галина Віталіївна. Альбом для лабораторних занять з курсу «Гістологія», 2020. – 50 с.**
4. **Дзержинський Микола Едуардович, Пазюк Любов Михайлівна, Вороніна Олена Костянтинівна, Варенюк Ігор Миколайович. Альбом для лабораторних занять з курсу «Загальна цитологія», 2020. – 76 с.**

- Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. Molecular Biology of the Cell. 5-th edition. 2007.
- Pollard T., Earnshaw W.C., Lippincott-Schwartz J. Cell Biology. (2-nd edition). 2006.
- Lodish H. e. a. Molecular cell biology. «W.H. Freeman and Co», 2000. Cooper G.M., Hausman R.E. The cell, molecular approaches. 2007
- **Інформаційні ресурси**
- 1. http://www.meddean.luc.edu
- 2. http://www.morphology.dp.ua
- 3. http://www.anatomyatlases.org/MicroscopicAnatomy
- 4. http://histologyatlas.wisc.edu

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції проводяться за класичною схемою: у наочній формі лектор викладає відповідну тему. Під час лекції та після її закінчення здобувачі мають можливість ставити запитання. З окремих питань лекційного курсу може проводитися дискусія між лектором та здобувачами – або акцентувати увагу на важливих, принципових та проблемних моментах. Здобувачі можуть робити нотатки під час лекцій, а презентація та/або конспект лекції чи його фрагменти викладаються із можливістю завантаження на платформі дистанційного навчання
«Сікорський».

Практичні заняття мають на меті набуття більш глибоких знань та умінь з тем, що висвітлюються в рамках лекційного курсу та самостійно опановуються здобувачами. Алгоритм проведення практичного заняття передбачає наступне: викладач викладає базові (стратегічні) тези в рамках відповідної теми, здобувачі виступають із міні-повідомленнями із заздалегідь сформованими проблемними питаннями в рамках відповідної теми, відбувається дискусія між доповідачем, іншими здобувачами та викладачем, яка має на меті з'ясувати всі фундаментальні та прикладі аспекти відповідних технологій регенеративної медицини. Повідомлення здобувачів передбачають підготовку відповідної аналітичної записки на кшталт невеликого огляду літератури українською мовою, а також наочної презентації, що дозволяє поглиблювати навички письмової та усної наукової української мови. За необхідності під час практичних занять відбувається вивчення (ознайомлення) нормативних документів, методичних рекомендацій тощо, а також розв'язання ситуаційних задач. На останньому практичному занятті проходить виконання здобувачами модульної контрольної роботи (МКР) у формі тесту. Матеріал, що є корисним для підготовки до практичних занять викладається із можливістю завантаження на платформі дистанційного навчання «Сікорський».

Лекційні та практичні заняття проводяться згідно розкладу занять http://rozklad.kpi.ua/ за такою схемою: спершу проводяться лекційні заняття, а після їх закінчення – практичні. Деталізована інформація доводиться до відома здобувачів через відповідні канали зв'язку, зокрема через платформи «Сікорський» та «Кампус».

6. Самостійна робота здобувача

Загальний об'єм самостійної роботи в рамках дисципліни складає 78 годин, зокрема:

- підготовка до практичних занять – 15 годин;
- підготовка до модульної контрольної роботи (МКР) – 15 годин;
- самостійне опрацювання тем – 48 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Здобувачам можуть нараховуватися заохочувальні бали. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

Заохочувальні бали нараховуються за такі види діяльності:

- створення інфографіки або іншого засобу графічної інтерпретації інформації для однієї з тем курсу (5 балів);
- участь у міжнародних або всеукраїнських наукових конференціях, з'їздах тощо (за тематикою навчальної дисципліни) (за умови публікації тез доповідей) (5 балів);
- підготовка рукопису оглядової чи експериментальної статті або участь у конкурсах (за умови зайняття призового місця) за тематикою навчальної дисципліни (10 балів).

Відвідування занять

Штрафні бали за відсутність на заняттях не виставляються. Однак, здобувачам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для ґрунтовного формування відповідних компетентностей.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи оцінювання

Контрольні заходи оцінювання, виконання яких передбачено на занятті, проводяться у завчасно визначений день, який оголошується здобувачам на першому тижні освітнього процесу. Виконання таких контрольних заходів оцінювання в інший день дозволяється за вагомих та/або форс-мажорних обставин.

У разі відсутності здобувача на практичному занятті, де передбачається його виступ із повідомленням, такий виступ або переноситься на інше практичне заняття, або замінюється на підготовку аналітичної записки із відповідної теми обсягом 5-10 сторінок (у разі особливих форс-мажорних обставин).

Результат модульної контрольної роботи для здобувача, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, здобувач має можливість виконати модульну контрольну роботу у інший час за погодженням із викладачем. Перенесення строків проходження тесту можливе лише з поважних причин (форс-мажорні обставини).

Повторне тестування в рамках модульної контрольної роботи не передбачене.

Забезпечення об'єктивності оцінювання здобувачів

Об'єктивність оцінювання здобувачів на всіх етапах оволодіння дисципліною забезпечується через наступні механізми. По-перше, використання тестових форм оцінювання знань. По-друге, детальні рекомендації щодо рейтингової системи оцінювання результатів навчання (розділ 8 Силабусу). По-третє, використання здобувачами та викладачами всіх можливих інструментів комунікацій, що забезпечують збереження історії комунікацій (електронна пошта, соціальні мережі, месенджери тощо). По-четверте, для перевіряння письмових видів робіт здобувачів у разі їх незгоди із результатами оцінювання може залучатися інший викладач, який має відповідну професійну компетенцію та призначений кафедрою на поточний навчальний рік. У разі відсутності узгодженої думки викладачів щодо оцінки роботи здобувача питання виноситься на засідання кафедри, а врегулювання питання здійснюється згідно з «Положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського» http://osvita.kpi.ua/node/182.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання

В день оголошення результатів контрольного заходу, здобувач має право в індивідуальному порядку задати всі питання, які його цікавлять стосовно результатів контрольного заходу. Якщо здобувач не погоджуються з оцінкою, він має право звернутися із апеляційною заявою до деканату факультету, що регламентовано «Положенням про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського» http://osvita.kpi.ua/node/182. Задля забезпечення об'єктивності оцінювання письмових робіт їх перевірка здійснюється двома викладачами кафедри (лектор; викладач, що проводить практичні заняття, чи інший викладач, що є компетентним з даної дисципліни та визначений кафедрою).

Академічна доброчесність

У разі використання контенту, захищеного авторським правом, результатів аналітичних досліджень та/або іншої інформації, здобувачі мають обов'язково вказувати джерело.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (https://kpi.ua/code). У разі виникнення потреби у перевірці академічних текстів, підготовлених здобувачам, на наявність текстових запозичень здобувач може звернутися безпосередньо до викладача або відповідальної особи кафедри з питань перевірки академічних текстів.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки здобувачів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (https://kpi.ua/code).

Дистанційне навчання

Проходження он-лайн курсів передбачено у випадку форс-мажорних обставин (зокрема, карантинних заходів) та для інклюзивного навчання здобувачів із особливими потребами.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна розрахована на вивчення для здобувачів із особливими освітніми потребами, але слід враховувати велике навантаження на зоровий апарат. В залежності від особливих потреб здобувачів можливе використання дистанційного навчання.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль. Робота на практичних та лабораторних заняттях передбачає опитування та короткі повідомлення здобувача із заздалегідь визначеного питання (3 повідомлення для кожного здобувача). Кожне повідомлення оцінюється у 20 балів: повне розкриття питання – 20 балів, наявність незначних упущень – 15-19 балів, наявність незначних помилок – 10-14 балів, наявність суттєвих помилок – 5-9 балів.

Модульна контрольна робота (МКР) проводиться у вигляді тесту, який оцінюється у 40 балів.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Перша контрольна точка передбачає наявність одного повідомлення здобувача на практичному занятті, друга – не менше двох повідомлень.

Максимальний семестровий рейтинг здобувача: 60 балів (3 повідомлення на практичних заняттях) + 40 балів (МКР) = 100 балів.

Семестровий контроль: Екзамен. Умови допуску до семестрового контролю: виконання трьох повідомлень на практичних заняттях та виконання МКР (із сумарним рейтингом не менше 60 балів). У разі семестрового рейтингу 60 балів та вище здобувач може отримати екзамен автоматично. У разі незгоди або рейтингу менше 60 балів відбувається складання екзамену у формі тестування (20 питань: кожне питання –

2 бали).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання, що виносяться на семестровий контроль відповідають тематиці лекційних та практичних занять.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті, здійснюється згідно з «Тимчасовим положенням про порядок визнання результатів навчання, набутих студентами КПІ ім. Ігоря Сікорського у неформальній/інформальній освіті» (https://osvita.kpi.ua/node/119).

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

***Питання з розділу 1*. Історія розвитку цитології. Еволюція клітини. Цитологічні методи дослідження.**

Тема 1. Основні періоди розвитку цитології.

1. Пояснити предмет і задачі біології клітин (цитології).
2. Дати визначення поняття про живе і неживе. Ознаки життя на рівні клітини. Неклітинні форми життя.
3. Дати визначення місця цитології серед біологічних наук.
4. Перерахувати актуальні проблеми, якими займається сучасна цитологія.
5. Визначити, коли і як з'явилися перші відомості про мікроскопічні об'єкти.
6. Охарактеризувати початкові етапи розвитку клітинної теорії.
7. Охарактеризувати процес завершення формування клітинної теорії Рудольфом Вірховим
8. Охарактеризувати розвиток цитології у другій половині XX ст. і перспективи її розвитку.
9. Дати визначення тотипотентності клітин.

Тема 2. Сучасні уявлення про еволюцію клітини

1. Які існують гіпотези виникнення клітинної форми життя.
2. Пояснити походження еукаріотів.
3. Пояснити походження прокаріотів.
4. Перерахувати та охарактеризувати теорії виникнення клітин сучасного еукаріотичного типу.
5. Охарактеризувати теорії виникнення мітохондрій.
6. Охарактеризувати теорії виникнення хлоропластів.
7. Дати визначення теорії ендосимбіозу.
8. Дати визначення теорії виникнення ядра.
9. Пояснити формування різноманіття внутрішніх мембран еукаріотичної клітини
10. Перерахувати та охарактеризувати основні положення клітинної теорії

Тема 3. Методи цитологічних досліджень

1. Описати будову світлового мікроскопа. Перерахувати елементи оптичної частини мікроскопа. Яке їхнє призначення?
2. Які правила роботи зі світловим мікроскопом.
3. Перерахувати та охарактеризувати різні типи світлової мікроскопії.
4. Охарактеризувати електронну мікроскопію: трансмісійна, скануюча, з використанням методу

заморожування-сколювання, кріоелектронна.

5. Перерахувати та охарактеризувати методи дослідження фіксованих клітин та тканин.
6. Перерахувати основні етапи приготування постійного препарату.
7. Як зафіксувати матеріал для цитологічних досліджень?
8. Які речовини можуть застосовуватися як фіксатори?
9. Як отримати зрізи тканин для світлової мікроскопії, не заливаючи ці тканини в парафін або інші пластичні речовини?
10. Пояснити чим відрізняється процес виготовлення препаратів для світлової та електронної трансмісійної мікроскопії.
11. Які структури в клітині називаються базофільними й оксифільними?
12. Перерахувати кількісні методи визначення речовин у клітині.
13. Назвати мету, з якою використовуються кіно-, фото- та відеотехніка в цитологічних дослідженнях.
14. Перерахувати методи прижиттєвого дослідження клітин.
15. Перерахувати та охарактеризувати методи дослідження хімічного складу і метаболізму клітин.
16. Охарактеризувати методи імунофлюоресцентного і імуно-цитохімічного аналізу.
17. Охарактеризувати кількісні методи досліджень - морфометрія, денситометрія, цитофотометрія, спектрофлуорометрія.
18. Перерахувати та охарактеризувати методи аналізу зображення клітинних і тканинних структур.

***Питання з розділу 2*. Основні структурні частини клітини. Міжклітинні взаємодії. Диференціація і зміни клітин**

Тема 4-6. Будова і хімія клітинного ядра.

1. Назвати функції ядра.
2. Які основні компоненти ядра?
3. Назвати основні компоненти, із яких складається ядерна оболонка (поверхневий апарат ядра).
4. Охарактеризувати хімічний склад каріоплазми (ядерного соку).
5. Який склад і функції ядерного матриксу?
6. Порівняти будову й хімічний склад зовнішньої та внутрішньої мембран ядра.
7. Дати визначення ядерної ламіни, її розміщення, будови, функції ядерної ламіни.
8. Як побудована ядерна пора?
9. Дати визначення нуклеопоринів.
10. Пояснити що таке ядерно-цитоплазматичне співвідношення та як його розрахувати?
11. Пояснити про що свідчить збільшення кількості ядерних пор.
12. Пояснити чим відрізняються білки, які для виконання своїх функцій транспортуються в ядро, від решти білків цитоплазми.
13. Що таке ядерно-цитоплазматичне співвідношення? Як його розрахувати?
14. Дати пояснення на що вказує збільшення та зменшення ядерно-цитоплазматичного співвідношення?
15. Перерахувати основні рівні компактизації ДНК.
16. Що таке гістони? Які гістони ви знаєте?
17. Перерахувати та охарактеризувати функції негістонових ядерних білків.
18. Дати визначення нуклеосоми.
19. Описати будову метафазної хромосоми.
20. Що таке теломери? Їхні функції.
21. Дати визначення центромери.
22. Дати визначення значення термінів "геном", "каріотип", "ідіограма".
23. Як закріплені хромосоми в ядрі?
24. Що таке політенні хромосоми? Як вони утворюються?
25. У яких клітинах і коли можна спостерігати хромосоми типу ламповых щіток?
26. Описати ультраструктурну будову ядерця.
27. Дати визначення фібрилярних і гранулярних компонентів ядерця? Їхнє взаємне розміщення.
28. Яку функцію виконує ядерце?
29. Де міститься ядерцевий організатор?

Тема 7. Структура й функції біологічних мембран

1. Описати загальний принцип організації біологічних мембран.
2. Назвати функції біологічних мембран.
3. Які особливості хімічного складу плазмолеми?
4. Пояснити, чим відрізняється плазмолема від ендоплазматичних мембран.
5. Назвати основні функції плазмолеми.
6. Дати загальну характеристику мембранних ліпідів.
7. Пояснити на чому ґрунтується здатність ліпідів утворювати бішар
8. Перерахувати способи з'єднання білків з мембраною.
9. Пояснити Чим відрізняються інтегральні й периферійні білки клітинних мембран?
10. Пояснити що таке глікокалікс, де він розташований, чи є він обов'язковим компонентом усіх мембран, яка його хімічна природа?
11. Пояснити Чим відрізняється пасивний і активний транспорт через біологічні мембрани?
12. Охарактеризувати типи ендоцитозу та їхнє фізіологічне значення.
13. Охарактеризувати можливі причини патологічних змін плазматичної мембрани.

Тема 8. Цитозоль та включення клітини

1. Охарактеризувати хімічний склад цитозолю.
2. Назвіть фізико-хімічні властивості цитозолю.
3. Охарактеризувати- функціональну організацію цитозолю.
4. Які метаболічні процеси відбуваються в цитозолі?
5. Пояснити, у чому полягає буферна функція цитозолю?
6. Пояснити, чим зумовлена гетерогенність цитозолю?
7. Перерахувати типи включень за функціональним призначенням.
8. Охарактеризувати трофічні включення.
9. Пояснити, що таке секреторні включення? Навести приклади.
10. Пояснити, яка роль пігментних включень.
11. Назвіть типи включень за хімічною природою.

Тема 9. Цитоплазма: опорно-рухова система (цитоскелет).

1. Охарактеризувати ультраструктурну будову мікротрубочки.
2. Охарактеризувати ультраструктурну будову мікрофіламентів.
3. Описати ультраструктурну будову проміжних філаментів.
4. Які функції виконують проміжні філаменти?
5. Що таке тредмілінг?
6. Як саме мікротрубочки можуть зумовлювати рух внутрішньоклітинних компонентів?
7. Назвати функції білків динеїнів і кінезинів.
8. Які типи руху клітин зумовлюють мікротрубочки і мікрофіламенти?
9. Які особливості будови кортикального шару цитоплазми?
10. Описати будову центріолі.
11. Описати будову базального тільця.
12. Опишіть структуру й функції джгутиків, війок, мікроворсинок.
13. Пояснити, чим відрізняється будова центріолі та джгутика.

Тема 10. Вакуолярна система внутрішньоклітинного транспорту

1. Перерахувати види ендоплазматичної сітки. Які їхні функції?
2. Дати порівняльну характеристику гладенької та гранулярної ендоплазматичної сітки.
3. Пояснити, що таке проміжний ретикулум (проміжна ендоплазматична сітка).
4. Яка роль гладенької ендоплазматичної сітки у процесах детоксикації?
5. Як відбувається фіксація рибосом на ендоплазматичній сітці?
6. У яких органелах клітини відбувається синтез мембранних ліпідів і збирання біомембран? Описати цей процес.
7. Описати будову диктіосоми апарату Гольджі.
8. Які функції виконує комплекс Гольджі?
9. Як здійснюється транспорт білків між цистернами апарату Гольджі?
10. Які процеси відбуваються у проміжному компартменті апарату Гольджі?
11. Описати процес транспорту між ендоплазматичним ретикулумом та апаратом Гольджі.
12. Описати механізм сортування білків у апараті Гольджі.

13. Яких змін зазнає апарат Гольджі при патології?

Тема 11. Системи енергозабезпечення клітин

1. Які функції виконують мітохондрії і де вони розташовані?
2. Охарактеризувати загальну морфологію та ультраструктуру мітохондрій.
3. Як може змінюватись структура мітохондрій?
4. Охарактеризувати зовнішню мітохондріальну мембрану.
5. Дати визначення міжмембранного простору.
6. Дати визначення внутрішньої мітохондріальної мембрани.
7. Пояснити роль АТФ-синтазного комплексу в мітохондріях.
8. Який хімічний склад матриксу мітохондрій?
9. Охарактеризувати генетичний апарат мітохондрій.
10. Пояснити де синтезуються білки для мітохондрій.
11. Пояснити чим відрізняється генетичний апарат мітохондрій від генетичного апарату ядра.
12. Яке значення має цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса) у життєдіяльності клітин еукаріотів? Де він відбувається?
13. Порівняти зовнішню та внутрішню мембрани мітохондрій, їхній хімічний склад.
14. Назвати процеси, у яких бере участь мітохондрія.
15. Яке значення має цикл Кальвіна – Бенсона в життєдіяльності клітин рослин. Де він відбувається?
16. Поясніти терміни: хлоропласт, хромопласт, лейкопласт.
17. Описати загальну схему фотосинтезу.

Тема 12. Механізми клітинного ділення.

1. Охарактеризувати етапи мітотичного циклу.
2. Описати способи розмноження (репродукції) клітин.
3. Які фази мітозу?
4. Дайте характеристику пресинтетичного (Gt), синтетичного (S) і постсинтетичного (G2) періодів інтерфази клітинного циклу.
5. Описати динаміку мітозу
6. Дати характеристику мейозу, поліплодії.
7. Описати особливості профази I мейотичного розподілу.

Тема 13. Регуляція клітинного циклу

1. Які фактори регулюють клітинний цикл?
2. Пояснити що означає термін "циклін".
3. Пояснити до чого приводить збільшення вмісту циклінів під час клітинного циклу.
4. Яку роль відіграє білок p53 під час мітотичного циклу?
5. Порівняти процес цитокінезу у тваринних і рослинних клітинах.
6. Пояснити им чим відрізняється мітоз від амітозу.
7. Пояснити чим відрізняється мітоз тваринної та рослинної клітин?
8. Які речовини можуть зупинити мітоз?
9. Які клітини називають анеуплоїдними?
10. Пояснити що називається трансформацією клітин
11. Пояснити що таке апоптоз і некроз.
12. Яка реакція клітин на вплив зовнішнього середовища?
13. Охарактеризувати зміни ядра під час дії факторів зовнішнього середовища.
14. Охарактеризувати зміни цитоплазми під час дії факторів зовнішнього середовища.
15. Пояснити що відбувається з клітиною після усунення несприятливих факторів зовнішнього середовища?
16. Які теорії старіння існують?
17. Описати форми смерті клітин.
18. Дати визначення некрозу.
19. Дати визначення апоптозу. Які причини апоптозу?
20. Описати структурно-функціональні зміни при апоптозу.

Тема 14. Міжклітинні взаємодії

1. Охарактеризувати хімічний склад і головні функції міжклітинної речовини.
2. Охарактизувати хімічний склад та особливості структурно-функціональної організації основної речовини матриксу сполучної тканини.
3. Описати механізми реорганізації та оновлення позаклітинного матриксу сполучних клітин.
4. Особливості структурно-функціональної організації еластину і фібронектину.
5. Описати будову, функції та утворення колагенів.
6. Охарактеризувати та описати молекули адгезії та їхню участь у формуванні клітинних контактів.
7. Кадгерини, інтегрини, селектини, імуноглобуліни: особливості структурно-функціональної організації, роль у формуванні міжклітинних контактів.
8. Пояснити роль молекул адгезії у формуванні синапсів.
9. Структурно-функціональна характеристика прикріплювальних контактів, замикальних з'єднань, каналоутворювальних з'єднань, комунікаційних контактів.

Тема 15. Інформаційні міжклітинні взаємодії

1. Пояснити що таке "сигнальна молекула". Які типи сигнальних молекул існують?
2. Охарактеризувати сучасну концепцію формування відповіді клітини на позаклітинний сигнал.
3. Визначити роль процесів фосфорилювання та дефосфорилювання як важливої ланки внутрішньоклітинної передачі сигналу.
4. Надходження сигнальних молекул до клітини.
5. Пояснити у чому полягають рецепторні функції плазмолеми.
6. Як побудований рецептор біологічної мембрани?
7. Описати механізми інактивації клітиною отриманого сигналу.
8. Охарактеризувати рецептори ліпофільних та гідрофільних сигнальних молекул.
9. Дати визначення поняття "вторинні посередники". Типи вторинних посередників.
10. Дати загальну функціональну характеристику ліганд-керованих іонних каналів.

Тема 16. Диференціація і зміни клітин

1. Пояснити що таке диференціація клітин.
2. Які морфологічні зміни відбуваються в клітині під час диференціювання?
3. Пояснити принципи генетичного контролю експресії генів.
4. Чи існує залежність між диференціацією і поділом клітин?
5. Які існують етапи диференціації клітин.
6. Яка роль плазмолеми в утворенні міжклітинної інтеграції?
7. Пояснити чому клітина є цілісною стійкою і разом з тим надзвичайно динамічною біологічною системою.

Тема 17. Патологія клітини

1. Охарактеризувати можливі причини патологічних змін плазматичної мембрани.
2. Які типи патології мембран існують?
3. Описати причини зміни комунікації клітин та їхнього "упізнання".
4. Пояснити патологію клітинних з'єднань
5. Охарактеризувати можливі причини патології клітинних рецепторів.
6. Описати патологію цитоскелета. Яким чином це відбивається на тих чи інших функціях клітини.
7. Перерахувати та охарактеризувати різні форми патології ядра. Як це впливає на характер функціональної активності всієї клітини.
8. Охарактеризувати зміни пероксисом при патології.
9. Охарактеризувати зміни лізосом при патології.
10. Які хвороби пов’язані з патологіями мітохондрій?
11. Які Хвороби, пов’язані з порушенням сигналів внутрішньоклітинного транспорту.
12. Перерахувати та охарактеризувати різні форми патології мітозу.

Додаток 1 До розділу 6 Самостійна робота

Приблизна тематика рефератів:

1. Методи мікроскопії цитологічних препаратів.
2. Методи дослідження фіксованих клітин та тканин.
3. Методи дослідження живих клітин та тканин.
4. Методи дослідження хімічного складу і метаболізму клітин і тканин. (Цито- і гістохімічні методи. Електронна гістохімія. Метод радіоавтографії).
5. Методи імунофлюоресцентного і імуно-цитохімічного аналізу. (Застосування антитіл. Фракціонування клітинного вмісту. Диференційне центрифугування).
6. Кількісні методи досліджень (морфометрія, денситометрія, цитофотометрія, спектрофлуорометрія).
7. Методи аналізу зображення клітинних і тканинних структур
8. Комплексні методи вивчення клітин
9. Клітина - елементарна та генетична структурно-функціональна одиниця живого
10. Мікроскопічна та електронно-мікроскопічна організація систем та субсистем клітин тварини
11. Історія відкриття клітинних структур. Клітинна теорія.
12. Клітинні мембрани, їх роль у біології клітини та організму.
13. Сучасні проблеми розвитку цитології
14. Методи вивчення каріотипу рослин.
15. Методи вивчення клітин людини та тварин. Значення цитологічної діагностики.
16. Культура клітин людини. Поживні середовища.
17. Патологія рослинної клітини
18. Перенесення чужорідної генетичної інформації до еукаріотичних клітин. Історія питання.
19. Роль білків, вуглеводів, ліпідів у складі клітини та їх функції.
20. Апоптоз і некроз: два альтернативні шляхи загибелі клітин
21. Каріотип людини: норма та патологія.
22. Секреція та участь у ній комплексу Гольджі
23. Структура хромосом типу "ламповых щіток" та їх біологічне значення.
24. Фізико-хімічна організація живої клітини

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):
Складено Поєдинок Н. Л.;
Ухвалено кафедрою ТМБІ (протокол № 16 від 24.06.2026)
Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 10 від 25.06.2026)