

**Сумський державний педагогічний університет
імені А.С. Макаренка**

Природничо-географічний факультет

Кафедра біології та методики навчання біології



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан природничо-географічного
факультету

Л.П. Міронець
“29” серпня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 2.2. Цитологія

галузь знань: 09 Біологія

спеціальність: 091 Біологія та біохімія

освітньо-професійна програма: Біологія

мова навчання: Українська

Погоджено науково-методичною
комісією природничо-географічного
факультету

«29» серпня 2024 р.

Голова

(Міронець Л.П., к.пед.н, доцент)

Суми - 2024

Розробник: Генкал Світлана Едуардівна, кандидат педагогічних наук, доцент.

Робоча програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри біології та методики навчання біології

Протокол № 1 від «29» серпня 2024 р.

Завідувач кафедри
канд. біол. наук, доцент



Ю.І. Литвиненко

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	бакалавр	Обов’язкова	
Загальна кількість годин - 120		Рік підготовки:	
		1-й	-
		Семестр	
		1-й	-
		Лекції	
		24 год.	4
		Практичні, семінарські	
		-	
		Лабораторні	
		32 год.	6
		Консультації	
		2	2
		Самостійна робота	
		62 год.	108
Вид контролю: залік			

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

В останній час, в період значних економічних та соціальних змін, нагальною проблемою стає підготовка висококваліфікованих спеціалістів, яка може бути забезпечена лише наданням глибоких, різнобічних знань із підвищеним науковим теоретичним та практичним рівнем. В зв'язку з цим, особливої ваги набувають фундаментальні біологічні науки, серед яких цитологія складає основу уявлень про будову та закономірності живої природи, її еволюційний розвиток.

Курс являє собою складову частину цілісної підготовки майбутнього вчителя біології.

Мета курсу: сформувати знання щодо структурної організації та процесів життєдіяльності клітин, закономірностей розвитку, обміну речовин у клітинах.

Основні **завдання** курсу.

- формування професійних компетентностей студентів, а саме, застосовувати широкий арсенал методів наукового дослідження;
- оволодіння студентами сучасними досягненнями біологічної науки і практики, передовим науковим досвідом;
- формування у студентів знання закономірностей структурної організації клітин з позиції єдності будови і функцій, уміння вільно використовувати знання нормальної структури клітин;
- сформувати уявлення про будову та функціонування клітин та їх компонентів;
- формування у студентів уміння аналізувати препарати клітин в плані специфіки будови клітин та їх життєдіяльності.

У результаті вивчення дисципліни у студента мають бути сформовані такі **компетентності:**

У результаті вивчення дисципліни у студента мають бути сформовані такі **компетентності:**

ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово.

ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 8. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК10. Здатність працювати в команді.

СК 1. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

СК 2. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.

СК 3. Здатність досліджувати різні рівні організації живого, біологічні явища і процеси.

СК 4. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

СК 5. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності.

СК 7. Здатність до аналізу будови, функцій, процесів життєдіяльності, онто- та філогенезу живих організмів.

СК 8. Здатність до аналізу механізмів збереження, реалізації та передачі генетичної інформації в організмів.

СК 9. Здатність аналізувати результати взаємодії біологічних систем різних рівнів організації, їхньої ролі у біосфері та можливості використання у різних галузях господарства, біотехнологіях, медицині та охороні навколишнього середовища.

СК10. Здатність демонструвати знання механізмів підтримання гомеостазу біологічних систем.

СК11. Здатність застосовувати наукові методи для аналізу біологічних систем, для планування і проведення наукових досліджень у сфері біологічних наук, охорони довкілля, інших природничих наук та на межі предметних галузей з дотриманням правил біологічної етики, біобезпеки, біозахисту.

СК12. Здатність відповідати за особисту та колективну безпеку й усвідомлювати необхідність обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях.

Методи навчання: репродуктивний, пояснювально-ілюстративний, дедуктивний, індуктивний, метод конкретних ситуацій, проблемний, частково-пошуковий, дослідницький; інтерактивні, дистанційні освітні технології; практичні методи навчання (лабораторна робота та дослідні роботи).

2. Передумови для вивчення дисципліни

Знання шкільного курсу біології, основ будови, функцій, еволюції біологічних систем. Вивчення дисципліни передбачає дотримання положень Кодексу академічної доброчесності СумДПУ імені А.С.Макаренка.

3. Результати навчання за дисципліною

ПР 2. Застосовувати сучасні інформаційні технології, програмні засоби та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення професійної діяльності.

ПР 3. Планувати, виконувати, аналізувати дані і презентувати результати експериментальних досліджень в галузі біології.

ПР 4. Спілкуватися усно і письмово з професійних питань з використанням наукових термінів, прийнятих у фаховому середовищі, державною та іноземною мовами.

ПР 6. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.

ПР 7. Володіти прийомами самоосвіти і самовдосконалення. Уміти проектувати траєкторію професійного росту й особистого розвитку, застосовуючи набуті знання.

ПР 8. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.

ПР11. Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні.

ПР12. Демонструвати знання будови, процесів життєдіяльності та функцій живих організмів, розуміти механізми регуляції фізіологічних функцій для підтримання гомеостазу біологічних систем.

ПР13. Знати механізми збереження, реалізації та передачі генетичної інформації та їхнє значення в еволюційних процесах.

ПР16. Знати будову та функції імунної системи, клітинні та молекулярні механізми імунних реакцій, їх регуляцію, генетичний контроль; види імунітету та методи оцінки імунного статусу організму.

ПР17. Розуміти роль еволюційної ідеї органічного світу.

ПР19. Застосовувати у практичній діяльності методи визначення структурних та функціональних характеристик біологічних систем на різних рівнях організації.

ПР20. Аргументувати вибір методів, алгоритмів планування та проведення польових, лабораторних, клініко-лабораторних досліджень, у т.ч. математичних методів та програмного забезпечення для проведення досліджень, обробки та представлення результатів.

ПР22. Поєднувати навички самостійної та командної роботи задля отримання результату з акцентом на доброчесність, професійну сумлінність та відповідальність за прийняття рішень.

ПР23. Реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства.

ПР24. Аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів.

4. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄКТС	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
90 – 100	Виставляється студенту, коли він самостійно, грамотно і послідовно, з вичерпною повнотою, використовуючи дані додаткової літератури, відповів на запитання, проявив вміння описувати цитологічні структури, чітко та правильно дає визначення та розкриває зміст наукових термінів та понять, самостійно та правильно виконує лабораторні роботи, без помилок оформив альбом, характеризує різноманітні біологічні явища та процеси, показує глибокі, міцні та системні знання в об'ємі навчальної програми, безпомилково відповідає на всі запитання, обґрунтовано формулює висновки, використовуючи матеріали, що виносяться на самостійну роботу студента.
82 - 89	Виставляється студенту, коли він показує міцні та системні знання в об'ємі навчальної програми, безпомилково відповідає на всі запитання, проявив вміння описувати цитологічні структури, обґрунтовано формулює висновки, використовуючи матеріали, що виносяться на самостійну роботу студента, грамотно і послідовно, зі знанням методики, виконує лабораторні роботи; в повному об'ємі оформив альбом, правильно застосовуючи наукові терміни та поняття, безпомилково відповідає на всі запитання. Студент виявляє знання фактичного матеріалу, вміє аналізувати, оцінювати та розкривати сутність біологічних явищ і процесів; встановлювати причинно-наслідкові зв'язки; логічно будувати висновки.
74 - 81	Виставляється студенту, коли він розкриває основний зміст навчального матеріалу, дає повні визначення цитологічних понять та термінів, допускаючи незначні порушення у послідовності викладення змісту, самостійно, зі знанням методики виконав лабораторну роботу, але допустив неточності у під час її виконання, нечітко формулює висновки.
64 - 73	Виставляється у випадку, коли студент розкриває основний зміст навчального матеріалу, дає неповні визначення понять, допускає неточності при використанні наукових термінів, нечітко формулює

	висновки, виконав лабораторну роботу, але допустив незначні помилки під час вивчення мікропрепаратів.
60 - 63	Виставляється студенту у випадку, коли він частково розкриває основний зміст навчального матеріалу, допускає помилки під час викладення матеріалу, при використанні наукових понять та цитологічних термінів, нечітко формулює висновки, має утруднення в методиці виконання лабораторної роботи, але виконав її в неповному обсязі.
35-59	Виставляється студенту, коли він фрагментарно розкриває зміст навчального матеріалу, показує початкову уяву про предмет вивчення. Не орієнтується у визначенні понять та при використанні термінології, погано розбирається у методиці виконання роботи, виконав її в неповному обсязі, допускаючи грубі помилки під час проведення досліджень.
1 - 34	Виставляється у тих випадках, коли студент не знає зміст навчального матеріалу, не виконав лабораторної роботи, не оформив альбом.

Розподіл балів

Поточний контроль												Ра- зом	Сума	Загальна сума
РОЗДІЛ 1														
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12			
4	4	4	10	10	4	4	4	4	4	4	4	60		
Самостійна робота													100	100
20								20				40		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

5. Засоби діагностики результатів навчання

Поточний та підсумковий контроль проводяться відповідно до вимог Положення «Про порядок оцінювання знань студентів у Європейській кредитно-трансферній системі (ЄКТС) організації освітнього процесу», затвердженого Вченою Радою СумДПУ імені А.С.Макаренка (протокол №7 від 23.02.2015).

Засобами та формами оцінювання є: усне та письмове опитування, тестування, індивідуальна доповідь, індивідуальне навчально-дослідне завдання, презентації результатів виконаних завдань та досліджень, участь у дискусіях, залік. Оцінювання знань та навичок студентів враховує всі види занять, які передбачені програмою навчальної дисципліни. Загальна оцінка з дисципліни складається з поточних оцінок, які студент отримує під час лабораторних занять, виконання завдань самостійної роботи, контрольних робіт тощо.

6. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Структурні та молекулярні основи функціонування клітин

Тема 1. Цитологія – наука, що вивчає будову живої матерії на клітинному рівні. Поняття про сутність живого та біологічні системи. Місце цитології у системі біологічних дисциплін.

Поняття про рівні організації живої матерії, характеристика клітинного рівня. Класифікація біологічних систем. Основні ознаки життя. Впорядкованість біологічних систем та енергії. Прокаріотичні та еукаріотичні клітини. Джерела енергії для клітини, гетеротрофи, автотрофи. Неорганічні та органічні (білки, ліпіди, вуглеводи, нуклеїнові кислоти) речовини клітини: будова та значення для життєдіяльності клітини. Клітинний гомеостаз.

Тема 2. Історія розвитку цитології. Стислі відомості про історію розвитку домікроскопічного, мікроскопічного та електронно мікроскопічного етапів дослідження клітини. Внесок у цитологію вітчизняних та зарубіжних вчених. Значення робіт Р. Гука, А. Левенгука, Я. Пуркінє, Р. Броуна, М. Шлейдена, Т.Шванна для створення клітинної теорії. Клітинна теорія як фундаментальне узагальнення біології.

Тема 3. Методи цитологічних досліджень. Методи дослідження в цитології. Техніка мікроскопії у світлових мікроскопах. Спеціальні методи світлової мікроскопії – фазово-контрастна, темнопольова, люмінесцентна. Трансмісійна та скануюча електронна мікроскопія. Дослідження живих та фіксованих клітин. Цитохімічні методи, центрифугування, метод мічених атомів, цитоспектрофотометрія, авторадіографія, імуноцитохімічний метод дослідження. Метод культури тканин і клітин. Методи роботи з фіксованим матеріалом. Забарвлення зрізів клітин. Вітальні методи дослідження.

Тема 4. Морфо-функціональна організація компонентів клітини. Сучасне уявлення про біологічні мембрани. Трансмембранний транспорт речовин. Рідинно-мозаїчна модель будови плазмолемі Сінгера і Ніколсона. Мембранна система клітини. Мембрана, надмембранний і підмембранний компоненти плазмолемі, їх структурно-хімічна та функціональна характеристика. Трансмембранний транспорт речовин. Дифузія, полегшений транспорт. Ендо- та екзоцитоз. Пристінкове травлення. Рецепторні функції плазмолемі. Мікроворсинка, війка, джгутик, базальна інвагінація. Міжклітинні контакти, їх різновиди, будова та функції, міжклітинна взаємодія.

Тема 5. Цитоплазма. Основні компоненти цитоплазми - гіалоплазма, органели, включення. Гіалоплазма: цитозоль і цитоматрикс, фізико-хімічні властивості, хімічний склад, значення для клітинного метаболізму. Мембранні органели (зерниста та незерниста ендоплазматична сітка; комплекс Гольджі; лізосоми: гетерофагічний і аутофагічний цикли лізосом; пероксисоми, мітохондрії, хлоропласти). Немембранні органели клітини (рибосоми).

Тема 6. Обмін речовин в клітині. Біосинтез білку, фотосинтез. Білок синтезуюча система. Етапи біосинтезу білку. Регуляція біосинтезу білку. Фотосинтез: темнова та світлова фази.

Тема 7. Біологічне окислення. Сутність та етапи біологічного окислення. Енергетика біологічного окислення.

Тема 8. Опорно-рухова система клітини. Цитоскелет клітини. Будова та функції мікротрубочок, мікрофіламентів, джгутиків, війок. Роль білків у внутрішньоклітинному русі. Особливості будови та функції актину, міозину, тропоніну, тропоміозину. Регуляторна роль іонів кальцію. Особливості будови та функції тубуліну, денейну. Поняття про клітинний центр, його будова та функції. Будова та функції центріолей у різні періоди клітинного циклу.

Тема 9. Ядро, його структура та функції. Значення ядра в життєдіяльності еукаріотичної клітини, зберіганні та передачі генетичної інформації. Форма, розміри, кількість ядер і ядерно-цитоплазматичне співвідношення у різних типах клітин. Основні компоненти ядра: ядерна оболонка, хроматин, ядерце, каріоплазма. Ядерна оболонка: будова та функції. Мембрани ядерної оболонки, перинуклеарний простір, ядерні пори. Хроматин. Будова та хімічний склад. Еухроматин та гетерохроматин. Статевий хроматин. Хроматин як форма існування хромосом у інтерфазному ядрі. Склад хромосом: ДНК, РНК, гістонові та негістонові білки. Будова та функція хромосом під час поділу клітин. Каріотип, плідність. Ядерце як похідне хромосом. Ядерцеві організатори. Будова ядерця та його роль в утворенні рибосом. Каріоплазма, фізико-хімічні властивості, хімічний склад, значення в життєдіяльності ядра.

Тема 10. Форми розмноження організмів. Клітинний цикл. Мітоз. Безстатеве, статеве розмноження: види та еволюційне значення. Клітинний цикл: передсинтетичний період, синтетичний, постсинтетичний періоди та

мітоз. Мітоз. Біологічне значення. Фази мітозу. Перебудова структурних компонентів клітини під час різних фаз мітозу. Амітоз, політенія. Ендомітоз. Поліплоїдія.

Тема 11. Мейоз. Гаметогенез. Мейоз: фази мейозу, кросинговер, редукційний та еквацийний поділи. Будова статевих клітин, гаметогенез (овогенез, сперматогенез).

Тема 12. Диференціація клітин. Еволюція клітини. Роль ядра в цитоплазмі в диференціюванні клітин. Фактори регулювання цього процесу. Детермінація та диференціація клітин, їх молекулярно-генетичні основи. Поняття про гістогенетичний ряд (диферон). Типи морфологічної диференціації (оотипічна, бластомерна, зачаткова, тканинна). Потенції клітини (тотипотентні, поліпотентні, уніпотентні клітини). Старіння клітин. Смерть клітин. Апоптоз, некроз.

Стовбурові клітини, їх властивості. Хімічна еволюція. Формування зовнішньої мембрани. Еволюція від прокаріотичної до еукаріотичної клітини. Утворення компартментів клітини. Еволюційне походження мембранних органел.

7. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	ла	ко	с		л	пр	ла	ко	с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Структурні та молекулярні основи функціонування клітин												
Тема 1. Цитологія – наука, що вивчає будову живої матерії на клітинному рівні. Поняття про сутність живого та біологічні системи		2		2		5						9
Тема 2. Історія розвитку цитології		2		2		5						9
Тема 3. Методи цитологічних досліджень		2		2		5						9
Тема 4. Морфо-функціональна організація компонентів клітини. Сучасне уявлення про біологічні мембрани. Трансмембранний транспорт речовин		2		4		5		2		2		9
Тема 5. Цитоплазма. Основні компоненти цитоплазми - гіялоплазма, органели, включення		2		6	2	5				2	2	9
Тема 6. Обмін речовин в клітині. Біосинтез білку,		2		2		5						9

фотосинтез												
Тема 7. Біологічне окислення		2		2	2	5						9
Тема 8. Опорно-рухова система клітини		2		2		5						9
Тема 9. Ядро, його структура та функції		2		2		5						9
Тема 10. Форми розмноження організмів. Клітинний цикл. Мітоз		2		2		5		1		1		9
Тема 11. Мейоз. Гаметогенез		2		2		6		1		1		9
Тема 12. Диференціація клітин. Еволюція клітини				4		6						9
Усього годин	120	24		32	2	62	120	4		6	2	108

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість год.	
		Д.ф.н	З.ф.н
1	Цитологія – наука, що вивчає будову живої матерії на клітинному рівні. Поняття про сутність живого та біологічні системи	2	
2	Історія розвитку цитології	2	
3	Методи цитологічних досліджень	2	
4	Морфо-функціональна організація еукаріотичної клітини. Сучасне уявлення про біологічні мембрани.	2	1
5	Трансмембранний транспорт речовин	2	
6	Цитоплазма. Основні компоненти цитоплазми - гіалоплазма, одномембранні органели	2	1
7	Цитоплазма. Основні компоненти цитоплазми - гіалоплазма, двомембранні та немембранні органели клітини (рибосоми). Включення в клітині	2	
8	Семінар «Структурна організація клітини». Модульний контроль 1	2	
9	Обмін речовин в клітині. Біосинтез білку, фотосинтез	2	
10	Біологічне окислення	2	2
11	Опорно-рухова система клітини	2	
12	Ядро, його структура та функції	2	
13	Форми розмноження організмів. Клітинний цикл. Мітоз	2	1
14	Мейоз. Гаметогенез	2	1
15	Диференціація клітин. Еволюція клітини	2	
16	Семінар «Функціональна організація клітини». Модульний контроль 2	2	
	Разом	32	6

8. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисципліни «Гістологія з основами цитології та ембріології» для студентів освітнього рівня «Бакалавр» за спеціальністю 091 Біологія / [уклад. С.Е. Генкал]. – Суми : ФОП Цьома С.П., 2022. – 53 с.
2. Загальна цитологія: підручник / М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник, А. С. Пустовалов та ін.; упорядкування Н. В. Скрипник. – К. :ВПЦ «Київський університет», 2020. – 640 с. https://drive.google.com/file/d/1OesLn-vj_TD9OTNCWGGDckv82WH7wa5M/view
3. Новак В.П., Пилипенко М.Ю., Бичков Ю.П. Цитологія, гістологія, ембріологія: підручник. К.: ВІРА-Р, 2001. 288 с.
4. Новак В.П., Мельниченко А.Г. Цитологія, гістологія, ембріологія: Навчальний посібник. Біла Церква, 2005. 256 с.
https://shron1.chtyvo.org.ua/Novak_Vitalii/Tsytolohiia_histolohiia_embriolohiia.pdf?PHPSESSID=s04agqdp3utd1e1rlprli2qp2
6. Трускавецький Є.С. Цитологія: Підручник. К.: Вища шк., 2004. 254 с.

Допоміжна

1. Альбом для лабораторних занять з курсу «загальна цитологія» київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ – 2020. 77с.
2. Біологія індивідуального розвитку. Частина І. Практикум: навч. посіб. М.Е. Держинський, Н.В. Скрипник, О.К. Вороніна, Л.М. Пазюк; упорядкування Н.В. Скрипник – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2014. 271 с. <https://biomed.knu.ua/institute-activity/educational/kafedry/kafedra-cytology/library-cytology/1309-biolohiia-indyvidualnoho-rozvytku-navchalnyi-posibnyk-praktykum-chastyna-1.html>
3. Цитологія, загальна гістологія та ембріологія: Практикум: Навч. посібник / В.К. Напханюк, В. А. Кузьменко, С. П. Заярна, О. А. Ульянцева; За ред. В. К. Напханюка. Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 2002. 218 с.
<https://www.onmedu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/1232/NaphanukCitologiya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Цитологія (атлас для самостійної роботи студентів): навч. посіб. Н.Б. Гринцова, Л.І. Кіптенко, М.М. Дунаєва та ін.; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. І. Бумейстер. Суми: Сумський державний університет, 2020. 65 с.
https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/76739/1/Hryntsova_tsytolohiia_atlas.pdf
5. Ультраструктура клітин і тканин (навчальний посібник - атлас з цитології і загальної гістології) /Волков К.С., Пасечко Н.В. Тернопіль: Укрмедкнига, 1997. 143с.

Інформаційні ресурси

1. Будова клітини.
https://www.youtube.com/watch?v=bBymW0PtVT0&list=RDQMgAdO9y1F1wk&start_radio=1
2. Український біологічний сайт. <https://www.biology.org.ua>
3. Навчальна програма з цитофізіології <https://www.cellsalive.com>
4. Електронні мікропрепарати. Гістологія
<http://hist.yma.ac.ru/tissues/frame/frames.html>
5. BioSTREAM.
<https://www.youtube.com/channel/UCYnekvnd8beQJTkIYq9y8kw>

**9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення,
використання яких передбачає навчальна дисципліна**

Таблиці, мікроскопи, постійні мікропрепарати, біологічні моделі, муляжі, лабораторний інвентар.

1. Мультимедійне обладнання (ноутбук, проектор).
2. Відеофільми до лекцій.
3. Презентації по темам курсу.