Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця
Національної академії наук України
Силабус освітньої компоненти

ФЛУОРЕСЦЕНТНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ КЛІТИННИХ ПАТОЛОГІЙ

МВК6

Галузь знань	І Охорона здоров'я та соціальне забезпечення (22 Охорона здоров'я)
Спеціальність	12 (222) «Медицина»
Ступінь освіти	Доктор філософії
Освітньо-наукова програма	Медицина (Патологічна фізіологія)
Статус	Навчальна дисципліна вибіркового компонента з фахового переліку
Форма навчання	Денна / заочна
Семестровий контроль	Диференційований залік

Курс	1
Семестр	2

ECTS	3
Години	90

Розподіл годин

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
20	6	64

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Лук'янець Олена Олександрівна	Лук'янець Олена Олександрівна
Посада	Професор	Професор
Вчене звання	Доктор біологічних наук	Доктор біологічних наук
Науковий ступінь	https://orcid.org/0000-0003-2789-019X	https://orcid.org/0000-0003-2789-019X
Профіль викладача	Лук'янець Олена Олександрівна	Лук'янець Олена Олександрівна
Тел.	+ 38 044 2562430	+ 38 044 2562430
e-mail	elena@biph.kiev.ua	elena@biph.kiev.ua

Розроблено д.б.н. Лук'янець О.О.

Гарант ОПП
д.м.н. Євген МОЙСЕЄНКО

Поточна редакція від «26» серпня 2026 р.

Зав. відділу «Випускова кафедра»
д.б.н., проф. Катерина РОЗОВА

ФЛУОРЕСЦЕНТНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ КЛІТИННИХ ПАТОЛОГІЙ

Мета та завдання освітньої компоненти

Метою викладання навчальної дисципліни є підготовка конкурентоспроможних фахівців-дослідників у галузі біомедицини, здатних створювати сучасні наукові знання, продукувати нові розробки; формування у здобувачів вищої освіти системних теоретичних знань та практичних навичок щодо фізико-хімічних основ флуоресценції, принципів роботи сучасного флуоресцентного обладнання, а також застосування зондів, міток та зондових технологій для візуалізації, кількісного аналізу й діагностики патологічних процесів на клітинному та молекулярному рівнях.

Основними завданнями вивчення дисципліни є

- Вивчення фізичних принципів флуоресценції (спектри поглинання й емісії, квантовий вихід, час флуоресценції, явища FRET тощо).
- Ознайомлення з класифікацією флуорофорів, флуоресцентних зондів, білків та квантових точок.
- Застосування флуоресцентних методів для оцінки мембранного потенціалу, рівня активних форм кисню (АФК), внутрішньоклітинної концентрації кальцію та pH.
- Виявлення молекулярних маркерів нейродегенеративних, онкологічних, інфекційних захворювань.
- Вивчення за допомогою флуоресцентних тестерів процесів програмованої клітинної загибелі (апоптоз, некроз, автофагія).
- Набуття навичок підготовки біологічних зразків для флуоресцентного аналізу (фіксація, забарвлення, імунофлуоресценція).
- Інтерпретація та обробка флуоресцентних зображень і спектральних даних із використанням спеціалізованого програмного забезпечення.

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна "Флуоресцентні методи діагностики клітинних патологій" охоплює теорію та практику використання методів мікроскопії з флуоресцентною маркуванням для вивчення медико-біологічних систем на молекулярному рівні. У рамках дисципліни розглядаються загальні поняття про флуоресценцію, що включає механізми та властивості флуорофорів, та їх застосування в медико-біологічних дослідженнях. Також вивчаються різні методи мікроскопії з флуоресцентним маркуванням, включаючи флуоресцентну мікроскопію, конфокальну мікроскопію, мультифотонну мікроскопію, флуоресцентну мікроскопію резонансної передачі енергії (FRET), флуоресцентну мікроскопію повного внутрішнього відбиття (TIRF) та флуоресцентну мікроскопію візуалізації внутрішньоклітинного кальцію. У заключній темі розглядаються основи цифрових зображень, які є необхідними для обробки та аналізу даних, отриманих за допомогою флуоресцентної мікроскопії. Дисципліна забезпечує аспірантів необхідними знаннями та навичками для проведення досліджень у медико-біологічних галузях науки та медицини, де використовуються методи мікроскопії з флуоресцентним маркуванням.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Навчальна дисципліна «Флуоресцентні методи діагностики клітинних патологій» є вибірковою дисципліною вивчення аспірантами 1-го року навчання, необхідною для тих аспірантів, чиї наукові проєкти пов'язані із фізіологією, медициною.

Після вивчення навчальної дисципліни «Флуоресцентні методи діагностики клітинних патологій», здобувачі повинні розуміти принцип флуоресценції та її використання в медико-біологічних дослідженнях; знати основні типи мікроскопів, їх принцип роботи та вміти налаштовувати їх для отримання оптимальних зображень; вміти підготовляти зразки для мікроскопії та їх фіксацію; розуміти та вміти застосовувати різні методи флуоресцентної

мікроскопії, такі як конфокальна мікроскопія, мультифотонна мікроскопія, FRET, TIRF, візуалізація внутрішньоклітинного кальцію; знати основи обробки та аналізу цифрових зображень, такі як підсилення контрасту, зменшення шуму, зміна розміру та формату зображення.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі компетентності та програмні результати навчання за освітньою програмою:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК3. Здатність застосовувати сучасні цифрові інструменти і технології, створювати цифровий контент у власній професійній діяльності.

ЗК4. Здатність проводити наукові дослідження на професійному рівні, здійснювати управління науковими проєктами та приймати автономні рішення, дотримуватись норм безпеки, діяти творчо, ініціативно та наполегливо при вирішенні дослідницьких і клінічно-орієнтованих проблем.

ЗК7. Здатність критично мислити, оцінювати достовірність, відтворюваність та якість виконуваних досліджень і публікацій.

Спеціальні(фахові) компетентності (СК):

СК1. Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні біомедичні дослідження в галузі патологічної фізіології, створювати і інтерпретувати нові знання щодо етіології, патогенезу та системних механізмів розвитку патологічних процесів.

Здатність самостійно формулювати наукову проблему, висувати інноваційні гіпотези щодо механізмів ушкодження, компенсації та адаптації організму, розробляти дизайн дослідження на адекватних моделях патологічних станів, отримувати результати із суттєвою науковою новизною, підтверджені публікаціями у провідних міжнародних виданнях (Scopus/WoS).

СК2. Демонструвати детальне розуміння предметної бази патологічної фізіології, компетентність у використанні наукового обладнання та прецизійних методів експериментальної патофізіології.

Здатність до системного аналізу регуляторних механізмів, обґрунтування етологічних, генетичних та середовищних чинників патогенезу, володіння концептуальними знаннями про регуляцію серцево-судинної, дихальної, ендокринної та імунної систем, молекулярних та системних основ хвороби. Здатність професійно застосовувати методи електрофізіології, оптичної реєстрації та молекулярно-біологічного аналізу, а також алгоритми машинного навчання (AI) для вивчення патогенетичних механізмів на рівні клітин, тканин та органів.

СК3. Компетентність аналізувати дані експериментальних і клінічних досліджень біофізичних, молекулярно-фізіологічних механізмів розвитку патологічних процесів.

Глибоке розуміння фізико-хімічних основ порушень структури та функції біомембран, дизрегуляції іонних каналів та рецепторів, а також механізмів клітинної сигналізації в нормі та при моделюванні патологічних станів. Вміння застосовувати середовище R/RStudio або Python для статистичного аналізу, візуалізації та математичного моделювання.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН1. Концептуальні та методологічні знання поглибленого рівня в галузі патологічної фізіології та суміжних медико-біологічних дисциплін для застосування у власних дослідженнях і викладацькій практиці.

ПРН2. Системні знання для інтерпретації механізмів розвитку типових патологічних процесів на організмовому, органному, клітинному та молекулярному рівнях.

ПРН3. Здатність вибирати, застосовувати та оптимізувати експериментальні моделі та методи дослідження патологічних процесів на різних рівнях біологічної організації, критично оцінювати їх валідність, ефективність та обмеження.

ПРН7. Відповідні знання, розуміння та здатність до використання методів біостатистики й аналізу експериментальних та клінічних даних на сучасному публікаційному рівні.

ПРН8. Ініціювання, планування, реалізація послідовного процесу наукового дослідження, що дає змогу переосмислити наявні уявлення про патогенез та створити нове цілісне знання і/або професійну практику, розв'язувати важливі теоретичні і практичні проблеми патологічної фізіології з дотриманням норм академічної етики, доброчесності і врахуванням соціальних, економічних, екологічних аспектів.

ПРН9. Здатність до аналізу і синтезу систем, об'єктів і процесів у нормальному та патологічно зміненому організмі за допомогою комп'ютерних моделей і інформаційних технологій.

ПРН12. Здатність організовувати та координувати роботу наукової лабораторії чи дослідницької групи, забезпечуючи дотримання біоетичних стандартів, техніки безпеки та законодавчих норм.

МЕТОДИКА ОПАНУВАННЯ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та здобувача для засвоєння здобувачами матеріалу та розвитку у них практичних навичок, формою занять є лекції, семінари, самостійна робота. Для лекційних занять використовуються пояснювально-ілюстративний метод, для проведення практичних занять та виконання завдань використовується частково-пошуковий та дослідницький методи навчання, при яких викладач ставить перед здобувачами проблему, і ті вирішують її самостійно або під керівництвом викладача, висуваючи ідеї, перевіряючи їх, підбираючи для цього необхідні джерела інформації, методи.

Спеціальне інформаційне забезпечення (у вільному доступі):

1. ImageJ / FIJI (NIH) – програмне забезпечення для аналізу мікроскопічних зображень https://imagej.net/

СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ (ДИСЦИПЛІНИ)

Назви змістових тем/лекцій	Кіл-ть годин	Назви семінарських занять	Кіл-ть годин	Назви завдань для самостійного опрацювання	Кіл-ть годин с.р.	Кіл-ть годин за темою усього
Модуль 1. Загальні принципи флуоресцентної мікроскопії.						
Вступ до курсу. Цілі, строки, оцінювання. Дотримання академічної доброчесності, техніки безпеки.						
Тема 1. Вступ до предмету. Загальні поняття про флуоресценцію	**2**			Вступ до предмету. Загальні поняття про флуоресценцію. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**8**
Тема 2. Флуоресцентна мікроскопія	**2**	Флуорес-центна мікроскопія	**2**	Флуоресцентна мікроскопія *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**10**	**14**
Тема 3. Конфокальна мікроскопії	**2**	Конфокальна мікроскопії	**2**	Конфокальна мікроскопія *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**10**
Тема 4. Мультифотонна мікроскопія	**2**			Мультифотонна мікроскопія. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**10**
Тема 5. Флуоресцентна мікроскопія резонансної передача енергії (FRET)	**2**			Флуоресцентна мікроскопія резонансної передача енергії (FRET) *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення*	**6**	**8**

				уявлень про тему..		
Тема 6. Флуоресцентна мікроскопія повного внутрішнього відбиття (TIRF)	**2**			Флуоресцентна мікроскопія повного внутрішнього відбиття (TIRF). *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**8**
Разом за модулем 1	**12**		**4**		**40**	**56**
Модуль 2. Застосування флуоресцентної мікроскопії у дослідженнях.						
Тема 7. Підготовка зразків для мікроскопії та їх фіксація	**2**			Підготовляти зразки для мікроскопії та їх фіксацію. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**8**
Тема 8. Флуоресцентна мікроскопія візуалізації внутрішньоклітинного кальцію	**2**	Візуалізація внутрішньо-клітинного кальцію	**2**	Флуоресцентна мікроскопія візуалізації внутрішньоклітинного кальцію. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**10**
Тема 9. Основи цифрових зображень	**2**			Основи цифрових зображень. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**8**
Тема 10. Принципи безпеки під час роботи зі світловими джерелами та хімічними речовинами.	**2**			Принципи безпеки під час роботи зі світловими джерелами та хімічними речовинами. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**8**
Разом за модулем 2	**8**		**2**		**24**	**34**

Усього годин	**20**		**6**		**64**	**90**

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Заохочуючі бали можуть застосовуватись при експрес-опитуванні в процесі лекції (на розуміння її суті). Усне опитування на семінарських/практичних заняттях дає 1 бал, до 10 балів за курс. Виконання письмових завдань (по 6 балів). Поточний контроль максимально 60 балів, підсумковий тест (диф.залік) – максимально 40 балів. Сумарна оцінка за курс формується, виходячи з максимальної кількості балів - 100. Отримана в такий спосіб оцінка є підсумковою заліковою.

Поточний контроль

№	Контрольний захід	Бали
1	Активність на лекційних заняттях (відповіді на запитання, участь в обговоренні тощо)	1 бал, максимально 10
2	Вирішення завдань	6 балів, максимально 60
3	Доповіді на заняттях	2 бали, максимально 4
	Разом	**60**

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за шкалою закладу вищої освіти / Institutional Grad		Мін. Бал / Min. marks	Макс. Бал / Max. marks	Оцінка ЄКТС / ECTS grade
Екзамен / Exam	**Диф.Залік / Test**			
Відмінно /Excellent	Зараховано / Passed	90	100	A
Добре / Good	Зараховано / Passed	82	89	B
		74	81	C
Задовільно / Satisfactory	Зараховано / Passed	64	73	D
		60	63	E
Незадовільно / Fail	Не зараховано / Fail	35	59	Fx
		1	34	F
Оцінки "Відмінно" "Добре" "Задовільно" виставляються за результатами складання екзаменів. Оцінка "Зараховано" виставляється за підсумками заліків				

Засвоєння аспірантом програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо рейтингова оцінка його становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою.

Додаткові умови допуску до заліку:

У разі виникнення спірних питань щодо не допуску аспірантів до дифзаліку, вони вирішуються лектором дисципліни спільно із завідувачем кафедри.

ПОЛІТИКА ТА КОНТРОЛЬ

Відвідування занять є обов'язковим для всіх аспірантів. Відвідування лекцій (та відсутність на них) не оцінюється.

Виконання практичних, лабораторних робіт та індивідуальних завдань є обов'язковим.

Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опановувати самостійно.

У системі оцінювання значною є питома вага балів за активність здобувача на заняттях. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від суми балів, що отримуються протягом семестру (разом не більше 10 балів).

Індивідуальні завдання: задачі перевіряються асинхронно через систему Гугл Клас, міні-доповіді заслуховуються під час лабораторних занять, виділяється час на питання та обговорення, відповіді впливають на сумарну оцінку доповіді.

Терміни виконання модульних контрольних робіт оголошуються перед їх початком, робота, не представлена вчасно, не зараховується. Результати виконання контрольної роботи доповідаються здобувачом під час заняття. Результат модульної контрольної роботи для здобувача, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим.

Пропущені контрольні заходи можна перескласти у визначений викладачем час з дозволу завідувача кафедри. Аспіранти, які в поточному семестрі мали пропуски занять і до початку екзаменаційної сесії не засвоїли матеріал пропущених тем і розділів змістових модулів навчальної дисципліни та не подали обґрунтоване письмове пояснення причин пропущених занять, до семестрової атестації з відповідної дисципліни не допускаються.

Академічна доброчесність. Норми етичної поведінки

Усі роботи мають бути самостійними, з належними посиланнями на використані джерела. Плагіат, фабрикація або фальсифікація даних, повторне подання однієї роботи, використання чужих матеріалів без вказівки авторства, а також неправомірне використання штучного інтелекту заборонені. У разі виявлення порушень робота не оцінюється (0 балів) із правом повторного виконання за рішенням викладача. Політика та принципи академічної доброчесності визначені Законами України, положенням Інституту Про академічну доброчесність
https://biph.kiev.ua/images/7/70/Положення_Про_академічну_доброчесність_1777965318.pdf

Очікується дотримання етичної поведінки під час занять: повага до колег, доброзичливе обговорення, коректне використання візуальних і текстових матеріалів. Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені Статутом, відповідними законами, підзаконними актами України та відповідними положеннями Інституту
https://biph.kiev.ua/images/5/5e/ПОЛОЖЕННЯ_про_комісію_НЕтик.pdf,
https://biph.kiev.ua/images/0/06/Polozhennya_pro_osvitnyu_diyalnist_BIPH-pd-2026.pdf

Політика використання ШІ-інструментів

Дозволяється використання інструментів штучного інтелекту (ШІ) як допоміжний інструмент, але не як заміну власній аналітичній та методичній роботі, зокрема для допомоги в написанні коду для аналізу, візуалізації даних тощо, попередньому редагуванні тексту, структуруванні, візуалізації або генерації ідей за умови перевірки фактичного матеріалу, критичного осмислення отриманого контенту та подання власної інтерпретації.

Загальні правила та норми етичного використання штучного інтелекту в освітньому процесі передбачають наступне:

- маркування згенерованого контенту
- використання ШІ не повинно порушувати принципи чесності, самостійності виконання завдань та коректного цитування джерел
- конфіденційна інформація про здобувачів освіти, працівників або фінансові операції не повинна завантажуватися в ШІ-системи
- будь-який контент, згенерований штучним інтелектом, має проходити перевірку людиною перед його використанням. ШІ не може бути автором наукової роботи, його використання має бути додатковим інструментом для аналізу даних або генерації ідей
- забороняється застосування ШІ для маніпуляції інформацією, фальсифікації наукових даних
- використання лише перевірених інструментів ШІ, які відповідають етичним стандартам та пройшли оцінку на відповідність. Заборонено використання програмного забезпечення та комунікаційного (мережевого) обладнання, включених до відкритого переліку забороненого до використання програмного забезпечення, який формує і веде Адміністрація Держспецзв'язку відповідно до Порядку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 22.10.2025 No 1335, на підставі рішень про застосування санкцій. Не допускається використання ШІ-сервісів та іншого програмного забезпечення, розробленого державою-агресором, підсанкційними особами, а також сервісів, які не забезпечують належного рівня захисту даних або мають непрозорі умови їх обробки (Yandex Cloud, Yandex Cloud AI Hybrid, Yandex SpeechKit Box тощо).

У кожному виконаному завданні, доповіді чи презентації обов'язково зазначається, якщо були, то які саме були використані ШІ-інструменти та з якою метою. Рекомендовано використати генератор декларації **GAIDeT** для розкриття делегування завдань інструментам генеративного ШІ. https://panbibliotekar.github.io/gaidet-declaration/index-uk.html

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Аспіранти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами, та відповідно до положення про порядок розгляду апеляцій https://biph.kiev.ua/images/c/c3/Положення_щодо_запобігання_дискримінації.pdf

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Базові:

1. Gore, A. H., Dongare, P. R., & Panja, S. K. (2026). Fluorescence Spectroscopy: Principles, Instrumentation and Applications. Bhumi Publishing. https://www.bhumipublishing.com/wp-content/uploads/2026/05/Fluorescence-Spectroscopy-Principles-Instrumentation-and-Applications.pdf
2. Lakowicz J. R. *Principles of Fluorescence Spectroscopy.* 4th ed. Springer, 2021.
3. Pawley J. B. (ed.) *Handbook of Biological Confocal Microscopy.* 3rd ed. Springer, 2019.
4. Hermens W. T. *Fluorescence Imaging and Microscopy.* Academic Press, 2018.
5. Tsien R. Y., Waggoner A. *Fluorophores and Labeling Technologies.* Cold Spring Harbor Press, 2020.
6. Lichtman J. W., Conchello J.-A. *Fluorescence Microscopy.* Nature Methods, 2005.

Додаткові:

1. Piston D. W., et al. FRET and FLIM Techniques in Cell Biology. Elsevier, 2019.
2. Hell S. W., Sahl S. J. Super-Resolution Microscopy in Biology and Medicine. Science, 2017.
3. Webb R. H. Multiphoton Microscopy and its Applications in Neuroscience. J. Neurosci. Methods, 2019.
4. Stephens D. J., Allan V. J. Light Microscopy Techniques for Live Cell Imaging. Science, 2003.

Інтернет-ресурси, електронні бібліотеки:

1. ImageJ / FIJI (NIH) – програмне забезпечення для аналізу мікроскопічних зображень. https://imagej.net/
2. Olympus Life Science Learning Center – інтерактивні ресурси з конфокальної, мультифотонної та TIRF мікроскопії. https://www.olympus-lifescience.com/en/learn/microscopy
3. Leica Science Lab – приклади експериментів з флуоресцентної мікроскопії та обробки зображень. https://www.leica-microsystems.com/science-lab
4. Nikon MicroscopyU. Fluorescence Microscopy Educational Resources. Nikon Instruments, 2024. https://www.microscopyu.com/techniques/fluorescence
5. PubMed / ResearchGate / SpringerLink – пошук сучасних наукових статей із мікроскопії, флуоресценції та клітинної фізіології. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
6. Principles of Fluorescence Spectroscopy https://scian.cl/scientific-image-analysis/wp-content/uploads/2018/09/2006_PrinciplesOfFluorescenceSpectroscopy_Springer_Lakowicz-1.pdf
7. Molecular Probes (Invitrogen / Thermo Fisher Scientific) – каталоги флуорофорів, протоколи фарбування та FRET-набори. https://www.thermofisher.com/molecularprobes