

# ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ



Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця Національної академії наук України  
Силабус навчальної дисципліни

## «ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ»

ВК6

Галузь знань	Е «Природничі науки, математика та статистика» (09 Біологія)
Спеціальність	Е1 (091) «Біологія та біохімія»
Ступінь освіти	Доктор філософії
Освітньо-наукова програма	Біологія та біохімія (Біофізика; Фізіологія людини і тварин; Патологічна фізіологія)
Статус	Навчальна дисципліна вибіркового компонента з фахового переліку
Форма навчання	Денна / заочна
Семестровий контроль	Залік

Курс	1
Семестр	2

ECTS	3
Годин	90

### Розподіл годин

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
20	6	64

### Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Лук`янець Олена Олександрівна	Лук`янець Олена Олександрівна
Вчене звання	Професор	Професор
Науковий ступінь	Доктор біологічних наук	Доктор біологічних наук
Профіль викладача	<a href="https://orcid.org/0000-0003-2789-019X">https://orcid.org/0000-0003-2789-019X</a>	<a href="https://orcid.org/0000-0003-2789-019X">https://orcid.org/0000-0003-2789-019X</a>
e-mail	<a href="mailto:elena@biph.kiev.ua">elena@biph.kiev.ua</a>	<a href="mailto:elena@biph.kiev.ua">elena@biph.kiev.ua</a>

Розроблено д.б.н. Лук`янець О.О.

Поточна редакція від «11» вересня 2025 р.

Зав. відділу «Випускова кафедра»  
Гарант ОНП, д.б.н.  К.В. Розова



# ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

## Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна "Основи мікрофлуоресцентного експерименту" 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 «Основи мікрофлуоресцентного експерименту» є дисципліною за вибором, необхідною для тих аспірантів, чий науковий проєкт пов'язаний із фізіологією, медициною.

## Рівень набуття знань

Після вивчення навчальної дисципліни «Основи мікрофлуоресцентного експерименту», студенти повинні знати та вміти наступне:

1. Розуміти принцип флуоресценції та її використання в медико-біологічних дослідженнях.
2. Знати основні типи мікроскопів, їх принцип роботи та вміти налаштовувати їх для отримання оптимальних зображень.
3. Вміти підготовляти зразки для мікроскопії та їх фіксацію.
4. Розуміти та вміти застосовувати різні методи флуоресцентної мікроскопії, такі як конфокальна мікроскопія, мультифотонна мікроскопія, FRET, TIRF, візуалізація внутрішньоклітинного кальцію.
5. Знати основи обробки та аналізу цифрових зображень, такі як підсилення контрасту, зменшення шуму, зміна розміру та формату зображення.
6. Розуміти принципи безпеки під час роботи зі світловими джерелами та хімічними речовинами.
7. Вміти вести лабораторний журнал і записувати результати експериментів та аналізів.
8. Бути здатними до критичного мислення та вміти самостійно аналізувати та інтерпретувати отримані результати експериментів.

---

## Загальні компетентності (ЗК)

---

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

## ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

**ЗК4** – Здатність проводити наукові дослідження на професійному рівні, управління науковими проектами та прийняття автономних рішень, дотримуватись норм безпеки, діяти творчо, ініціативно та наполегливо при вирішенні проблем.

**ЗК7** – Здатність критично мислити, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

---

### Спеціальні (фахові) компетентності (СК)

---

**СК1** – Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні біомедичні дослідження, створювати і інтерпретувати нові знання в біології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках. Здатність самостійно формулювати наукову проблему, висувати інноваційні гіпотези на стику біофізики та фізіології, розробляти дизайн дослідження, обирати адекватні біологічні моделі, а також отримувати результати, що мають суттєву наукову новизну та підтверджені публікаціями у провідних міжнародних виданнях (Scopus/WoS).

**СК2** – Демонструвати детальне розуміння предметної бази знань, компетентність у використанні наукового обладнання та прецизійних методів біомедичних досліджень. 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. Здатність професійно використовувати методи електрофізіології, оптичної реєстрації, молекулярно-біологічного аналізу та алгоритми машинного навчання (AI) для вивчення функціональних властивостей клітин, тканин та органів.

**СК3** – Компетентність аналізувати дані проведених експериментів по дослідженню біофізичних і молекулярно-фізіологічних механізмів функціонування живих систем. Глибоке розуміння фізико-хімічних принципів організації біомембран, молекулярної фізіології 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 біологічних процесів.

---

### Програмні результати навчання (ПРН)

---

**ПРН1** – Концептуальні та методологічні знання поглибленого рівня в галузі біології та споріднених областях при застосуванні їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.

**ПРН2** – Системні знання для інтерпретації основних біологічних механізмів на організмовому, органному, клітинному та молекулярному рівнях.

**ПРН3** – Здатність вибирати, застосовувати та оптимізувати методи дослідження біологічних процесів на різних рівнях біологічної організації, оцінювати їх ефективність і обмеження.

**ПРН7** – Відповідні знання, розуміння та здатність до використання методів аналізу даних та статистики на сучасному публікаційному рівні.

**ПРН8** – Ініціювання, планування, реалізація послідовного процесу наукового дослідження, що дає можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну

## ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

практику і розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної етики, доброчесності і врахуванням соціальних, економічних, екологічних аспектів.

### Перелік тем, завдань та терміни виконання

#### 4. Структура навчальної дисципліни ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

№	Тема	Очне відділення Кількість годин			Заочне відділення Кількість годин		
		Л	Пр/С	СР	Л	Пр/С	СР
Змістовий модуль 1. Загальні принципи флуоресцентної мікроскопії							
1	Тема 1. Вступ до предмету. Загальні поняття про флуоресценцію	2	0	6	2	0	6
2	Тема 2. Флуоресцентна мікроскопія	2	2	10	2	2	10
3	Тема 3. Конфокальна мікроскопії	2	2	6	2	2	6
4	Тема 4. Мультифотонна мікроскопія	2	0	6	2	0	6
5	Тема 5. Флуоресцентна мікроскопія резонансної передача енергії (FRET)	2	0	6	2	0	6
6	Тема 6. Флуоресцентна мікроскопія повного внутрішнього відбиття (TIRF)	2	0	6	2	0	6
Змістовий модуль 2. Застосування флуоресцентної мікроскопії у дослідженнях							
7	Тема 7. Підготовляти зразки для мікроскопії та їх фіксацію	2	0	6	2	0	6
8	Тема 8. Флуоресцентна мікроскопія візуалізації внутрішньоклітинного кальцію	2	2	6	2	2	6
9	Тема 9. Основи цифрових зображень	2	0	6	2	0	6
10	Тема 10. Принципи безпеки під час роботи зі світловими джерелами та хімічними речовинами.	2	0	6	2	0	6
<b>Всього годин:</b>		<b>20</b>	<b>6</b>	<b>64</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>64</b>

Л – Лекції; Пр/С - Практичні / Семінари; СР - Самостійна робота

# ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

## Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Флуоресцентна мікроскопія	2
2	Конфокальна мікроскопія	2
3	візуалізації внутрішньоклітинного кальцію	2
<b>6. Самостійна робота</b>		
№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	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
2	Флуоресцентна мікроскопія Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.	10
3	Конфокальна мікроскопія Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.	6
4	Мультифотонна мікроскопія. Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.	6
5	Флуоресцентна мікроскопія резонансної передача енергії (FRET) Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему..	6
6	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
7	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	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
9	Основи цифрових зображень. Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.	6

## ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

10	Принципи безпеки під час роботи зі світловими джерелами та хімічними речовинами. <i>Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.</i>	6
	<b>Всього годин</b>	<b>64</b>

### Система оцінювання

Усне опитування на семінарських/практичних заняттях (1-10 балів), обов'язкові модульні опитування за тестовою системою (0-30 балів за модуль). Заохочуючі бали (1-5 балів) можуть застосовуватись при експрес-опитуванні в процесі лекції (на розуміння її суті), за присутність на лекції 1 бал. Підсумковий тест (залік) - 40 балів. Сумарна оцінка за курс формується, виходячи з максимальної кількості балів - 100. Отримана в такий спосіб оцінка є підсумковою заліковою.

### Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточний контроль та самостійна робота										Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	40	100

### Семестрова атестація аспірантів

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 - 100	<b>A</b>	зараховано
85-89	<b>B</b>	
75-84	<b>C</b>	
70-74	<b>D</b>	
60-69	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

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 семестрової атестації, вони вирішуються лектором дисципліни спільно із завідувачем кафедри.

# ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

## Політика навчальної дисципліни

Відвідування занять є обов'язковим для всіх аспірантів.

**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

Політика та принципи академічної доброчесності визначені Законами України. Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені Статутом, відповідними законами, підзаконними актами України та відповідними положеннями Інституту.

## 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.

## Рекомендована література

### Базові підручники:

1. Lakowicz J. R. *Principles of Fluorescence Spectroscopy*. 4th ed. Springer, 2021.
2. Lichtman J. W., Conchello J.-A. *Fluorescence Microscopy*. Nature Methods, 2005.
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.

### Спеціалізовані джерела:

6. Piston D. W., et al. *FRET and FLIM Techniques in Cell Biology*. Elsevier, 2019.
7. Hell S. W., Sahl S. J. *Super-Resolution Microscopy in Biology and Medicine*. Science, 2017.
8. Webb R. H. *Multiphoton Microscopy and its Applications in Neuroscience*. J. Neurosci. Methods, 2019.
9. Stephens D. J., Allan V. J. *Light Microscopy Techniques for Live Cell Imaging*. Science, 2003.
10. Nikon MicroscopyU. *Fluorescence Microscopy Educational Resources*. Nikon Instruments, 2024.

### Інформаційні ресурси

1. **Molecular Probes (Invitrogen / Thermo Fisher Scientific)** – каталоги флуорофорів, протоколи фарбування та FRET-набори.  
 <https://www.thermofisher.com/molecularprobes>
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>

## ОСНОВИ МІКРОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

4. **ImageJ / FIJI (NIH)** – програмне забезпечення для аналізу мікроскопічних зображень.  
 <https://imagej.net/>
5. **PubMed / ResearchGate / SpringerLink** – пошук сучасних наукових статей із мікроскопії, флуоресценції та клітинної фізіології.  
 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>