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

РЕЦЕПТОРНІ МЕХАНІЗМИ В ПАТОГЕНЕЗІ ЗАХВОРЮВАНЬ

МВК10

Галузь знань	I Охорона здоров`я та соціальне забезпечення (22 Охорона здоров`я)
Спеціальність	I2 (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	2
Семестр	3

ECTS	3
Годин	90

Розподіл годин

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
32	4	54

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Лук`янець Олена Олександрівна	Лук`янець Олена Олександрівна
Посада	Зав. відділу Біофізики іонних каналів	Зав. відділу Біофізики іонних каналів
Вчене звання	Професор	Професор
Науковий ступінь	Доктор біологічних наук	Доктор біологічних наук
Профіль викладача	https://orcid.org/0000-0003-2789-019X	https://orcid.org/0000-0003-2789-019X
Тел.	+ 38044 2562430	+ 38044 2562430
e-mail	elena@biph.kiev.ua	elena@biph.kiev.ua

Розроблено д.б.н. Лук`янець О.О.

Гарант ОНП
д.м.н. Євген МОІСЕЄНКО

Поточна редакція від «26» серпня 2026 р.

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

РЕЦЕПТОРНІ МЕХАНІЗМИ В ПАТОГЕНЕЗІ ЗАХВОРЮВАНЬ

Мета та завдання освітньої компоненти

Метою викладання навчальної дисципліни є підготовка конкурентоспроможних фахівців-дослідників у галузі біомедицини, здатних створювати сучасні наукові знання, продукувати нові теоретичні розробки та творчо поєднувати набуті знання з практичною діяльністю, розв'язувати складні спеціалізовані завдання науково-дослідної діяльності; формування у здобувачів поглиблених системних знань щодо молекулярних, біофізичних та біохімічних принципів функціонування рецепторних систем клітини, розуміння ролі їхніх структурних і функціональних порушень (рецепторних патологій / каналопатій) у розвитку захворювань різного генезу.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

Засвоєння класифікації, молекулярної організації та біофізичних механізмів активації основних класів рецепторів.

Аналіз внутрішньоклітинних сигнальних каскадів, що ініціюються активацією рецепторів, та систем їхньої регуляції (десенситизація, інтерналізація, рециклінг).

Вивчення молекулярних основ рецепторних патологій (порушення ліганд-рецепторної взаємодії, мутації рецепторних білків, зміни щільності чи конформації рецепторів).

З'ясування ролі автоімунних процесів, спрямованих проти рецепторів.

Вивчення феноменів гіперчутливості рецепторів, набутої десенситизації при хронічних патологічних станах.

Характеристика рецепторних ланок захворювань (гіперактивація та мутації рецепторних тирозинкіназ, порушення регуляції клітинного ролу та ангіогенезу, інсулінорезистентність, патології рецепторів гормонів, дисфункція адренорецепторів, рецепторів ангіотензину II та ендотеліну).

Здатність до аналізу сучасних наукових публікацій та даних біоінформатики щодо нових рецепторних мішеней для розробки лікарських препаратів.

Анотація навчальної дисципліни

У курсі "Рецепторні механізми в патогенезі захворювань" вивчається функціонування клітинних рецепторів у різних системах тіла, зокрема нейротрансмітерів у нервовій системі. У цьому курсі навчаються наступні поняття та процеси: вторинні посередники, такі як cAMP, cGMP, DAG, IP3 та інші, які відіграють важливу роль у передачі сигналів в клітині. G-білки, які забезпечують зв'язок між рецепторами та вторинними посередниками. Іони кальцію, які є важливими для багатьох фізіологічних процесів, зокрема передачі нервових імпульсів та скорочення м'язів. Ацетілхолінові рецептори, які відповідають за передачу сигналів у мозку та периферійних нервах. Глутаматні, ГАМК рецептори, Гліцинові рецептори та моноамінові рецептори, які забезпечують передачу сигналів між нервовими клітинами та регулюють настрій, сон, апетит та інші функції. Пуринові та тирозинкіназні рецептори, які відіграють роль у передачі сигналів у різних органах та тканинах. Цитокінові рецептори, які відповідають за передачу сигналів у системі імунітету та інших процесах в організмі. Інсулінові рецептори, які регулюють рівень глюкози в крові та інші процеси в організмі. Рецептори трофічних факторів, які впливають на ріст та розвиток клітин та тканин. TRP рецептори, які відіграють важливу роль у регулюванні смакових та запахових рецепторів, а також у відчутті болю, температури та інших стимулів. Ядерні рецептори, які відповідають за передачу сигналів до ядра клітини та регулюють генетичну експресію та інші медико-біологічні процеси. У курсі також вивчаються різні патологічні стани, пов'язані з дисфункцією клітинних рецепторів, такі як неврологічні та психічні захворювання, діабет, атеросклероз та інші. Курс допомагає аспірантам розвинути критичне мислення та аналітичні навички, а також вміння застосовувати знання про клітинні рецептори для розв'язання практичних проблем. В результаті, вони стають більш кваліфікованими медичними працівниками, дослідниками та викладачами в цій галузі.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Навчальна дисципліна «Рецепторні механізми в патогенезі захворювань» є дисципліною за вибором, необхідною для тих аспірантів 2 року навчання, чиї наукові проєкти пов'язані із фізіологією та медициною тощо.

Знання та навички, отримані в процесі вивчення дисципліни, дозволять аспірантам розуміти механізми взаємодії різноманітних сигналів з клітинними рецепторами, а також їх роль у фізіологічних та патологічних процесах. Вони зможуть оцінювати вплив лікарських засобів на функцію клітинних рецепторів та їх взаємодію з сигнальними шляхами, що дасть змогу ефективніше застосовувати ці засоби у клінічній практиці. Крім того, аспіранти матимуть можливість застосувати набуті знання та навички у проведенні досліджень у галузі молекулярної біології, фізіології, біофізики, фармакології та медицині. Розвиток навичок діагностики та лікування патологічних процесів на основі знань про клітинні рецептори допоможе аспірантам використовувати знання у методах діагностики та лікуванні захворювань, пов'язаних з порушенням функцій клітини.

Після вивчення навчальної дисципліни аспіранти повинні знати та вміти наступне:

1. Розуміти загальні принципи роботи клітинних рецепторів та їх класифікацію.
2. Описувати механізми передачі сигналу через клітинний рецептор та вторинні посередники, такі як G-білки, іони кальцію, інозитолфосфати, циклічні нуклеотиди та інші.
3. Розуміти роль нейротрансмітерів та їх клітинних рецепторів у нервовій системі, включаючи ацетілхолінові, глутаматні, ГАМК та гліцинові рецептори, моноамінові та пуринові рецептори.
4. Описувати клітинні рецептори трофічних факторів та їх роль у розвитку та підтримці різних типів клітин в організмі.
5. Розуміти роль різних класів ядерних рецепторів у регулюванні генної експресії та впливі на різноманітні медико-медико-біологічні процеси.
6. Аналізувати фізіологічні та патологічні процеси, пов'язані з дисфункцією клітинних рецепторів та їх вторинних посередників.
7. Розуміти, які методи дослідження застосовуються для вивчення клітинних рецепторів та їх функцій, включаючи класичні методи біохімії, молекулярної біології та фармакології, а також біоінформатику та візуалізацію клітинних структур.

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

Загальні компетентності (ЗК)

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.

ЗК6. Здатність застосовувати у професійній діяльності сучасні знання з різних наук, у тому числі міждисциплінарного характеру.

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.

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.

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):

Zotero www.zotero.org/download (альтернативні Mendeley, EndNote)
профілі ORCID https://orcid.org/ , Scopus Author ID https://www.scopus.com/

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. Клітинні рецептори у фізіологічних та патологічних процесах.						
Вступ до курсу. Цілі, строки, оцінювання. Дотримання академічної доброчесності, техніки безпеки.						
1. Вступ до клітинних рецепторів та їх функцій.	**2**			Вступ до клітинних рецепторів та їх функцій. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**3**	**5**
2. Нейротрансмітери: класифікація	**2**	Класичні рецептори	**2**	Нейротрансмітери: класифікація *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**3**	**7**
3. Вторинні посередники: роль у передачі сигналу в клітині.	**2**			Вторинні посередники: роль у передачі сигналу в клітині. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**3**	**5**
4. G-білки: механізми дії та роль у клітинній сигналізації	**2**			G-білки: механізми дії та роль у клітинній сигналізації *Читання наукової літератури та*	**3**	**5**

				відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.		
5. Іони кальцію: роль у клітинній сигналізації та їх взаємодія з клітинними рецепторами	**2**			Іони кальцію: роль у клітинній сигналізації та їх взаємодія з клітинними рецепторами. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**3**	**5**
6. Ацетилхолінові рецептори: роль у нервовій системі та їх взаємодія з нейротрансмітерами.	**2**			Ацетилхолінові рецептори: роль у нервовій системі та їх взаємодія з нейротрансмітерами. *Читання наукової літератури та відео матеріалів,пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знаньта розширення уявлень про тему.*	**3**	**5**
7. Глутаматні рецептори: роль у нервовій системі	**2**			Глутаматні рецептори: роль у нервовій системі З *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**3**	**5**
8. ГАМК та гліцинові рецептори	**2**			ГАМК та гліцинові рецептори. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**3**	**5**
9. Моноамінові рецептори: роль у нервовій системі	**2**			Моноамінові рецептори: роль у нервовій системі. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**3**	**5**
10. Пуринові рецептори	**2**			Пуринові рецептори. *Читання наукової*	**3**	**5**

				літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.		
Разом за модулем 1	**20**		**2**		**30**	**52**
Модуль 2. Клітинні рецептори у фізіологічних та патологічних процесах.						
11. Тирозинкіназні рецептори: роль у клітинному розвитку та їх взаємодія з іншими клітинними рецепторами	**2**			Тирозинкіназні рецептори: роль у клітинному розвитку та їх взаємодія з іншими клітинними рецепторами. *Читання наукової літератури та відео матеріалів, пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**3**	**5**
12. Цитокінові рецептори: роль у клітинній імунній відповіді	**2**	Рецептори з фосфотирозиновими доменами (до інтерферонів, еритропоетину)	**2**	Цитокінові рецептори: роль у клітинній імунній відповіді. *Читання наукової літератури та відео матеріалів пов'язаних з тематикою курсу, з метою поглиблення знань та розширення уявлень про тему.*	**6**	**10**
13. Інсулінові рецептори: роль у клітинному метаболізмі	**2**			Інсулінові рецептори: роль у клітинному метаболізмі. *Читання наукової літератури та відео матеріалів.*	**3**	**5**
14. Рецептори трофічних факторів: роль у клітинному розвитку	**2**			Рецептори трофічних факторів: роль у клітинному розвитку *Читання наукової літератури та відео матеріалів.*	**6**	**8**
15. TRP рецептори: роль у відчутті болю та температури	**2**			TRP рецептори: роль у відчутті болю та температури *Читання наукової літератури та відео матеріалів.*	**3**	**5**
16. Ядерні рецептори: роль у генетичній регуляції та їх взаємодія з іншими клітинними рецепторами	**2**			Ядерні рецептори: роль у генетичній регуляції та їх взаємодія з іншими клітинними рецепторами *Читання наукової літератури та відео матеріалів.*	**3**	**5**
Разом за модулем 2	**12**		**2**		**24**	**38**
Усього годин	**32**		**4**		**54**	**90**

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Заохочуючі бали (1-5 балів за курс) можуть застосовуватись при експрес-опитуванні в процесі лекції (на розуміння її суті). Усне опитування на семінарських/практичних заняттях (1-10 балів), виконання письмових завдань. 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	3-5 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. Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics, 14th ed., 2023.
2. Kandel E.R. et al. *Principles of Neural Science*, 6th ed., 2021.
3. Hall J.E. *Guyton & Hall Textbook of Medical Physiology*, 14th ed., 2020.
4. Lodish H. et al. *Molecular Cell Biology*, 9th ed., 2021.
5. Janeway's Immunobiology, 10th ed., 2022.
6. Kumar V. et al. *Robbins Basic Pathology*, 11th ed., 2023.
7. Костюк П. Г., Костюк О. П., Лук'янець О. О. Іони кальцію у функції мозку – від фізіології до патології. Київ: Академперіодика, НАН України.

Додаткові:

Іонні канали, кальцієва сигналізація, синаптична передача

17. Hille B. *Ion Channels of Excitable Membranes*, 3rd ed., 2001 (класика концепцій).
18. Berridge M. *Calcium Signalling and Cell Function*, 2020.

19. Squire L. et al. *Fundamental Neuroscience*, 5th ed., 2018 (розділи про рецептори/передачу сигналів).

GPCR та G-білки

20. Kenakin T. *A Pharmacology Primer: Techniques for More Effective and Strategic Drug Discovery*, 5th ed., 2019.
21. Neves S.R., Ram P.T., Iyengar R. G-protein pathways in health and disease. *Science* (огляди).

Іонотропні рецептори (ACh, глутаматні, ГАМК, гліцинові)

22. Nicolazzo J. (ed.) *Receptors in the Nervous System*, 2020.
23. Тематичні огляди: AMPA/NMDA, GABA_A, GlyR у *Nature Reviews Neuroscience* / *Physiological Reviews* (останні 5–7 років).

Пуринергічні рецептори

24. Burnstock G., Knight G.E. The purinergic signalling system. *Pharmacological Reviews* (огляди).
25. Abbracchio M.P., Burnstock G. Purinergic signalling: pathophysiology та терапевтичні мішені.

TRP-канали

26. Bohlen C.J., Julius D. TRP channels and pain. *Annual Review of Physiology*.
27. Nilius B., Owsianik G. The transient receptor potential family. *Physiol Rev*.

Рецептори тирозинкіназ (RTK), інсуліновий рецептор, фактори росту

28. Lemmon M.A., Schlessinger J. Cell signaling by receptor tyrosine kinases. *Cell*.
29. Saltiel A.R., Kahn C.R. Insulin signalling and the regulation of glucose and lipid metabolism. *Nature* (огляди).

Цитокінові рецептори

30. Murphy K. (Janeway) розділи з JAK/STAT; сучасні огляди у *Nat Rev Immunology*.

Ядерні рецептори

31. Evans R.M., Mangelsdorf D.J. Nuclear receptors, RXR partnerships і метаболічні мережі. *Cell/NRG* огляди.

Інтернет-ресурси, електронні бібліотеки:

Методи, дизайн досліджень, звітність

Motulsky H. *Intuitive Biostatistics*, 4th ed., 2018.

Montgomery D.C. *Design and Analysis of Experiments*, 10th ed., 2019.

EQUATOR чек-листи: CONSORT/PRISMA/STROBE/ARRIVE 2.0; ICMJE Recommendations; COPE Guidelines.

Alley M. *The Craft of Scientific Presentations*, 2nd ed., 2013 (для семінарів/доповідей).

Довідники рецепторів/мішеней і фармакології

IUPHAR/BPS Guide to PHARMACOLOGY (рецептори, ліганди, шляхи).

GPCRdb, IonChannelGenealogy / Channelpedia (структура/функція/класифікації).

TRPChannel.org (корисні зведення по TRP-сім'ї).

HGNC (офіційні назви генів рецепторів), UniProt (білкові записи).

Структурна біологія та шляхи

RCSB PDB, AlphaFold DB (структури/моделі).

Reactome, KEGG, WikiPathways (сигнальні каскади, RTK/JAK-STAT/GPCR тощо).

Human Protein Atlas, Allen Brain Atlas (локалізація/експресія рецепторів у тканинах/мозку).

Хвороби, варіанти та терапевтика

OMIM, ClinVar, DisGeNET (ген-хвороба), DrugBank, PubChem (ліки/ліганди), ClinicalTrials.gov (клінічні випробування за мішенню/рецептором).

Відкриті дані, коди, протоколи

OSF, **Zenodo**, **Figshare** (дані/постери/матеріали курсу).

GitHub/GitLab (аналізні пайплайни; електрофізіологія/кальцієва візуалізація).

Protocols.io, **Nature Protocols** (стандартизовані методики).

Фізіологічний журнал (НАН України) – оглядові та оригінальні статті з нейро- та загальної фізіології (укр/англ резюме).

Neurophysiology / Нейрофізіологія (BIPH, Springer) – статті з нейрофізіології; багато матеріалів мають українські анотації.

Біополімери і клітина (НАН України) – огляди з молекулярної та клітинної біології (часто доступні укр/англ).

Керівництва EQUATOR (укр переклади там, де доступно): PRISMA 2020, STROBE, ARRIVE 2.0, CARE – для правильного дизайну і звітності.

Рекомендації ICMJE (укр переклади доступні на сайтах низки журналів) – етика публікацій, авторство, конфлікти інтересів.

Кодекс доброчесності у науці (ALLEA; укр адаптації/виклади) – принципи чесності, прозорості, відтворюваності.

Настанови локальних етичних комітетів (ІФБ НАН України та профільних установ) – порядок роботи з тваринами/людьми, інформована згода, 3R.

Наукова періодика України (journals.uran.ua) – каталог вітчизняних журналів, вимоги, політики відкритого доступу.

Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського (НБУВ) – каталоги дисертацій, журналів, доступ до українських наукових видань.

Електронний архів НАН України / інституційні репозитарії – відкриті примірники статей і монографій українських установ.

Akademperiodyka (видавництво НАН України) – відкриті монографії з нейронаук, фізіології та суміжних напрямів.

Сайти профільних інститутів НАН України (зокрема ІФБ НАН України) – матеріали семінарів, лекційні курси, збірники тез.

Українські MOOC / університетські репозитарії (там, де доступні): конспекти з фізіології, патофізіології, молекулярної біології.

Менеджери бібліографії: Zotero (укр інтерфейс/гайди), стилі ДСТУ/APA; інтеграція з Google Docs/Word.

Шаблони рукописів та презентацій: ukr-локалізовані шаблони (LaTeX/Overleaf, PowerPoint) для наукових доповідей і постерів.

Репозиторії даних українських установ: колекції НБУВ, інституційні архіви (препринти, звіти, додаткові матеріали).