



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

БІОФІЗИКА СИНАПТИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

ВК 12

Галузь знань	Е «Природничі науки, математика та статистика» (09 Біологія)
Спеціальність	Е1 (091) «Біологія та біохімія»
Ступінь освіти Освітньо-наукова програма	Доктор філософії 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	2
Семестр	3

ECTS	3
Годин	90

Розподіл годин

Аудиторні години		Самостійна робота
Лекції	Практичні/Семінари	
32	4	54

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/семінарські
ПІБ	Федулова Світлана Анатоліївна	Федулова Світлана Анатоліївна
Вчене звання	Професор	Професор
Науковий ступінь	Доктор біологічних наук	Доктор біологічних наук
Профіль викладача	https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=LhIzpBoAAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate	https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=LhIzpBoAAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate
e-mail	yahont.ruby@gmail.com	yahont.ruby@gmail.com

Розроблено - д.б.н. Федулова С.А.

Поточна редакція від «11» вересня 2025 р.

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

К.В. Розова



БІОФІЗИКА СИНАПТИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

Анотація навчальної дисципліни

Анотація навчальної дисципліни Навчальна дисципліна «Біофізика синаптичної передачі» присвячена ознайомленню аспірантів із способами передачі сигналів від клітини до клітини в нервовій системі шляхом прямого проходження сигналів збудливих мембран через електричні синапси та за допомогою нейротрансмітерів через хімічні синапси.

Аспіранти навчатимуться орієнтуватися в теорії функціонування синапсів центральної нервової системи ссавців, матимуть уявлення про сучасні методичні підходи для дослідження механізмів синаптичної передачі.

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Навчальна дисципліна «Біофізика синаптичної передачі» є вибірковою дисципліною для вивчення аспірантами 2-го року навчання. Мета даного курсу полягає в ознайомленні аспірантів з дослідженнями в області синаптичної передачі, способам комунікації між нейронами центральної нервової системи. Аспіранти дізнаються про актуальну проблему нейронауки - квантовий викид нейромедіатора з аксонної терміналі центрального синапсу.

Необхідні навички

Аспіранти мають розуміти і вміти використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі біофізики.

2. Аспіранти мають знати основні фізіологічні принципи роботи центральної нервової системи.

3. Аспіранти мають вміти працювати з науковою літературою та іншими джерелами інформації; визначати коло джерел для пошуку необхідної наукової інформації; виконувати аналіз спеціальної літератури.

Рівень набуття знань

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Біофізика синаптичної передачі» аспіранти зможуть орієнтуватися в теорії функціонування синапсів центральної нервової системи вищих тварин та мати уявлення про сучасні методичні підходи для дослідження механізмів синаптичної передачі; формулювати відповідну дослідницьку задачу, а для її вирішення збирати необхідну інформацію та формулювати висновки, які можна захищати в науковому контексті; використовувати знання з основних фізіологічних принципів роботи центральної нервової системи і закони функціонування поодинокі нервової клітини.

Загальні компетентності (ЗК)

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.

СК4 – Здатність усно і письмово презентувати, аргументувати та захищати результати наукових досліджень українською та англійською мовами, аналізувати англомовні наукові тексти за напрямом досліджень.

СК5 – Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень.

БІОФІЗИКА СИНАПТИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

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.

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

ПРН9 – Здатність до аналізу і синтезу систем об'єктів і процесів у живих організмах та їхніх компонентах, за допомогою комп'ютерних моделей і інформаційних технологій.



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

Перелік тем, завдань та терміни виконання

4. Структура навчальної дисципліни

Біофізика синаптичної передачі

№	Тема	Кількість годин					
		Очне відділення			Заочне відділення		
		Л	Пр/С	СР	Л	Пр/С	СР
Змістовий модуль 1. Введення до курсу «Біофізика синаптичної передачі»							
1	Тема 1. Вступ. Основний напрямок курсу «Біофізика синаптичної передачі». Загальна характеристика функцій синаптичного зв'язку	2	0	6	2	0	6
2	Тема 2. Синаптична передача, як основний механізм специфічності нейронних зв'язків	2	2	8	2	2	8
3	Тема 3. Функціональна роль і класифікація потенціало-керованих каналів нейрональної мембрани	2	0	8	2	0	8
4	Тема 4. Основні положення теорії квантового викиду нейромедіатора	2	0	6	2	0	6
Змістовий модуль 2. Методи дослідження нейронів та особливості викиду нейромедіатора.							
5	Тема 5. Методи дослідження ізольованих нейронів	2	2	6	2	2	6
6	Тема 6. Об'єкти електрофізіологічних досліджень, знайомство з принципами культивування нейронів	2	0	8	2	0	8
7	Тема 7. Особливості викиду нейромедіатора з поодинокі пресинаптичної терміналі	3	0	8	3	0	8
8	Тема 8. Регуляція викиду нейромедіатора у гальмівній пресинаптичній терміналі	3	0	6	3	0	6
		32	4	54	32	4	54

Л – Лекції

Пр/С – Практичні / Семінари

СР – Самостійна робота

БІОФІЗИКА СИНАПТИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

Теми семінарських/практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Синаптична передача, як основний механізм специфічності нейронних зв'язків	2
2	Методи дослідження ізольованих ноодиноких нейронів	2

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальна характеристика функцій синаптичного зв'язку	6
2	Синаптична передача - основний механізм специфічності нейронних зв'язків	8
3	Функціональна роль і класифікація потенціало-керованих каналів нейрональної мембрани	8
4	Основні положення теорії квантового викиду нейромедіатора	6
5	Методи дослідження ізольованих нейронів	6
6	Принципи культивування нейронів	8
7	Викид нейромедіатора з поодинокі пресинаптичної терміналі	8
8	Регуляція викиду нейромедіатора у гальмівній пресинаптичній терміналі	6
Всього годин		54

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								Реферат	Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				Семестрове індивідуальне завдання		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
4	4	4	8	8	4	4	4	20	60	100

БІОФІЗИКА СИНАПТИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

Семестрова атестація аспірантів Проміжна атестація проводиться після вивчення програмного матеріалу кожного змістового модуля, на які лектором дисципліни поділено її навчальний матеріал атестація проводиться у вигляді заліку. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100 бальна рейтингова система

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	зараховано
85-89	B	
75-84	C	
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	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.

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.



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

Рекомендована базова література

1. Н.С.Веселовский, С.А.Федулова, П.Г.Костюк «Биофика одиночного синапса» Киев, «Наукова думка», 2004
2. Hille B. (1984) Ionic Channels of Excitable Membranes. Sunderland, Massachusetts.
3. Edwards F. A., Konnerth A. and Sakmann B. (1990) Quantal analysis of inhibitory synaptic transmission in the dentate gyrus of rat hippocampal slices: a patch-clamp study. *J. Physiol.* 430, 213-249.
4. Katz B. (1969) The Release of Neural Transmitter Substances. Liverpool University Press.
5. Isaacson J. S. and Walmsley B. (1995) Counting quanta: direct measurements of transmitter release at a central synapse. *Neuron* 15, 875-884.
6. Korn H. and Faber D. S. (1987) Regulation and significance of probabilistic release mechanisms at central synapses. In *Synaptic Function*, (Ed. Edelman G., Gall E. & Cowan M.), pp. 57-108, Chichester.
7. Llinas R., Steinberg I. Z. and Walton K. (1981) Relationship between presynaptic calcium current and postsynaptic potential in squid giant synapse. *Biophys. J.* 33, 323-351.
8. McLachlan E. M. (1978) The statistics of transmitter release at chemical synapses. *Int. Rev. Physiol. Neurophysiol.* 17, 49-117.
9. Redman S. (1990) Quantal analysis of synaptic potentials in neurons of the central nervous system. *Physiol. Rev.* 70, 165-198.
10. Schikorski T. and Stevens C. F. (1997) Quantitative ultrastructural analysis of hippocampal excitatory synapses. *J. Neurosci.* 17, 5858-5867.
11. Костюк П. Г. , Гродзинский Д. М., Зима В. Л., «Биофизика» под общей редакцией П.Г. Костюка/ Киев: Вища школа, 1988.— 504 с.
12. Gutman G. A., Chandy K. G., Grissmer S., Lazdunski M., McKinnon D., Pardo L. A., Robertson G. A., Rudy B., Sanguinetti M. C., Stuhmer W., Wang X. International Union of Pharmacology. LIII. Nomenclature and molecular relationships of voltage-gated potassium channels // *Pharmacol.Rev.* – 2005. – 57, № 4. – P. 473-508.
13. Grigorov A, Moskalyuk A, Kravchenko M, Veselovsky N, Verkhatsky A, Fedulova S.Kv7 potassium channel subunits and M currents in cultured hippocampal interneurons. *Pflugers Arch.* 2014 Sep;466(9)
14. Veselovsky N. S., Engert F., Lux H. D.Fast local superfusion technique. *Pflugers Arch.*1996; 432: 351-354.
15. Fedulova S. A., Veselovsky N. S.Quantal GABA release in hippocampal synapses: role of local Ca²⁺ dynamics within the single terminals. *Eur. J. Pharmacol.* 2002; 2/3: 163–171.
16. FaberD.S., KornH. Applicability of the coefficient of variation method foranalyzing synaptic plasticity. *Biophys. J.* 1991; 60: 1288-1294.
17. Wu L.G., Borst J.G. The reduced release probability of releasable vesicles during recovery from short-term synaptic depression.*Neuron.* 1999; 23: 821–832.

Додаткова

1. K.I. Kuznetsov, V.Y. Maslov, S.A. Fedulova, N.S. Veselovsky. Electrical Properties of Retinal Ganglion Cells of the Rats with Streptozotocin-Induced Diabetes Mellitus // *International Journal of Physiology and Pathophysiology.* – 2014. –5, (1). –P. 57-63. 2. George J Augustine. How does calcium trigger neurotransmitter release. // *Current Opinion in Neurobiology* 2001,11:320–326
3. M.S.Shypshyna, N.S.Veselovsky. Presynaptic Ca²⁺-permeable AMPA-receptors modulate paired-pulse epression in nociceptive sensory synapses // *Neuroscience letters.* – 2015.–585. – P.1-5.
4. O.P. Kolesnyk, S.A. Fedulova, M.S. Veselovsky.Analysis of quantal characteristics of GABA release during short-term depression and facilitation of synaptic// *Begell House (USA), International Journal of Physiology and Pathophysiology*– 2017–8(3). – P. 253-260.

БІОФІЗИКА СИНАПТИЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ

5. M. S. Shypshyna, S. A. Fedulova and N. S. Veselovsky. Induction of long-term depression of synaptic transmission in a co-culture of DRG and spinal dorsal horn neurons of rats.// Neurofiziologiya/Neurophysiology. - 2011. - Vol. 43, № 4. – P. 305-314.
6. О. Р. Mizerna, S. A. Fedulova and N. S. Veselovsky, Changes in synaptic plasticity due to blockage of N-type Ca²⁺ channels in cultured hippocampal neurons.// International Journal of Physiology and Pathophysiology. - 2010. - Vol. 1, № 1. – P.9-16.

Інформаційні ресурси

1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16186693/>
2. <https://www.nlm.nih.gov/bsd/medline.html>