

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра супрамолекулярної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора

з науково-педагогічної роботи

Галина ГРАБЧУК



«22» березня 2021 року  
протокол №9

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**НЕЙРОФІЗІОЛОГІЯ**

для студентів

галузь знань	№16	«Хімічна та біоінженерія»
спеціальність	№162	« Біотехнологія та біоінженерія»
освітній рівень		Магістр
освітня програма		«Високі технології (Біотехнологія)»
вид дисципліни		вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Борисова Т.О.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2021**

Розробник: Борисова Тетяна Олександрівна , доктор біологічних наук., професор ; професор кафедри супрамолекулярної хімії .

ЗАТВЕРДЖЕНО  
В.о.завідувача кафедри супрамолекулярної хімії

\_\_\_\_\_ Дмитро ВОЛОЧНЮК

Протокол № 7 від «25» лютого 2021р.

Схвалено науково - методичною комісією  
«Інституту високих технологій»  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від « 05» березня 2021 року № 3

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ Наталія РУСІНЧУК

«05» березня 2021 року

**1. Мета дисципліни** – опанування студентами фундаментальних основ нейрофізіології та нанонейротехнології, а також сучасних експериментальних та теоретичних методів їх досліджень у поєднанні з технологіями тестування нейроактивних сполук, фармакологічних препаратів та нейроактивних наночастинок.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Володіння науково-теоретичним та практичним матеріалом навчальних дисциплін, які викладаються студентам освітнього рівня «Бакалавр».
2. Вміти цілеспрямовано та коректно до завдання досліджень самостійно застосовувати знання з загальної фізіології, анатомії, біохімії, біофізики та ін. дисциплін, виконувати лабораторні та практичні роботи, добре володіти методами статистичного аналізу, працювати з науково-методичною літературою.
3. Володіти елементарними навичками роботи з матеріалами та обладнанням, що використовуються в біологічних лабораторіях.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Предметом навчальної дисципліни є процес синаптичної передачі у мозку; глутаматта ГАМК-ергічна нейротрансмісія; роль структурної організації мембрани та ліпідбілкових взаємодій в регуляції процесу передачі нервового імпульсу; ролі пресинаптичних рецепторів в регуляції ключових етапів процесу нейротрансмісії та визначення шляхів модуляції системи рецепції нейромедіаторів; молекулярні механізми дії мембранотропних та нейроактивних препаратів; потенційний периферичний маркер для аналізу порушень транспорту нейромедіаторів у головному мозку; екологічна нейротоксикологія; нанонейротоксикологія.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти (восьмий рівень НРК України), галузь знань №16 «Хімічна та біоінженерія», спеціальність №162 «Біотехнологія та біоінженерія») дисципліна забезпечує набуття студентами таких компетентностей:

інтегральної:

здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біотехнології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальних:

K01. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

K04. Здатність працювати у міжнародному контексті.

спеціальних (фахових, предметних):

ФК12. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі скупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.

ФК19. Здатність знаходити адекватні шляхи розв'язання наукових проблем у галузі біотехнології та біоінженерії

## 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати структуру синапсу, процес синаптичної передачі у мозку, глутамат- та ГАМК-ергічну нейротрансмісію, фізико-хімічні властивості мембран клітин, системи транспортування збуджуючих на гальмівних нейромедіаторів, іонні канали.	Лекція	Модульна контрольна робота	30%
1.2	Знати про глутаматні та ГАМК рецептори та їх роль у процесі синаптичної передачі	Лекція		
1.3	Знати шляхи нейропротекції, неспецифічні підходи нейромодуляції за зміни рівня мембранного холестеролу та гіпотермії.	Лекція		
1.6	Знати механізми дії нейротоксичних важких металів	Лекція		
1.7	Знати поняття екологічної нанонейротоксикології, шкідливий вплив наночастинок-забруднювачів повітря	Лекція	Модульна контрольна робота	8%
1.8	Знати мультиполютантне забруднення та як формується біокорона на поверхні наночастинок	Лекція		8%
1.9	Знати основи нанонейротоксикології, механізми дії сучасних нейроактивних наночастинок та експериментальне визначення їх токсичності	Лекція		6%
1.10	Знати потенційний периферичний маркер для аналізу порушень транспорту нейромедіаторів у головному мозку та зв'язок кишечник-мозок.	Лекція	Модульна контрольна робота	8%
2.1	Вміти готувати високо рейтингову наукову статтю та давати оцінку	Семінарське заняття		10%

	одержаним результатам.			
2.2	Вміти готувати наукову презентацію. Вміти презентувати та доповідати наукову роботу	Семінарське заняття		10%
2.3	Знати методи «грин» синтезу наночастинок	Семінарське заняття		10%
2.4	Вміти вести ділову наукову переписку	Семінарське заняття	Контрольна робота	
2.5	Знати механізми дії основних нейромедіаторів ц ЦНС	Семінарське заняття		
3.1	Вміти самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнювати науково-технічну інформацію.	Самостійна робота	Підготовка реферату	10%

#### 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

<b>Результати навчання дисципліни (код)</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>3.1</b>	<b>4.1</b>
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>								
ПРО2. Знати вітчизняне та міжнародне законодавство у сфері авторського права. Вміти захищати свою інтелектуальну власність та уникати порушень інтелектуальної власності інших осіб.							+	
ПРО8. Планувати та управляти науково-дослідними, науково-технічними та/або виробничими проектами у галузі біотехнології, базуючись на сучасних тенденціях розвитку науки, техніки та суспільства.								+
ПРО18. Знаходити необхідну інформацію у науковій та довідниковій літературі, електронних базах, інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність							+	
ПРО19. Оцінювати актуальність досліджуваних наукових проблем, придатність відомих наукових методів для їх дослідження на основі аналізу наявних даних та публікацій у провідних виданнях	+	+	+	+	+	+		

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1.1; 1.2. – 10 балів/ 5 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.3; 1.4 – 10 балів/ 5 балів
3. Практичні заняття – РН 2.1; 2.2; 3.1 – 30 балів/15 балів
4. Оцінювання реферату РН 4.1 – 10 балів/ 5 балів

#### - підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Підсумкова оцінка з освітнього компоненту в цілому: підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Формою проведення іспиту є тестова контрольна робота. Результатами навчання, які оцінюються в тестовій контрольній роботі, є РН 1.1-1.4. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

#### - умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковим для іспиту є успішне написання 2 модульних контрольних робіт, реферату (по кожній не менше 50% правильних відповідей), відпрацювання всіх передбачених планом практичних занять. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

### 7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій з розділів 1 і 2, відповідно. Практичні заняття проводяться у формі роботи з віртуальними моделями функціонування збудливих клітин та рішення задач з обов'язковою перевіркою кінцевих результатів. Реферат оцінюється протягом семестру.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни.

### Тематичний план лекцій та практичних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні заняття	Самостійна робота
<i>Розділ 1</i>				
1	<b>Тема 1. Основи нейрохімії</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>40</b>
	<b>Лекція 1.</b> Структура синапсу, процес синаптичної передачі у мозку, глутамат-ГАМК-ергічна нейротрансмісія, фізико-хімічні властивості мембран клітин, системи транспортування збуджуючих на гальмівних нейромедіаторів, іонні канали	2		
	<b>Лекція 2.</b> Глутаматні та ГАМК рецептори та їх роль у процесі синаптичної передачі	2		
	<b>Лекція 3.</b> Шляхи нейропротекції, неспецифічні підходи нейромодуляції за зміни рівня мембранного холестеролу та гіпотермії.	2		
	<b>Лекція 4.</b> Механізми комплексної нейропротекції за поєднання таргетних специфічних та неспецифічних підходів.	2		
	<b>Лекція 5.</b> Механізми дії нейроактивних сполук та препаратів	2		
	<b>Лекція 6.</b> Механізми дії нейротоксичних важких металів	2		
	<b>Семінарське заняття 1.</b> Як готувати високо рейтингову наукову статтю та давати оцінку одержаним результатам		2	
	<b>Семінарське заняття 2.</b> Вміти вести ділову наукову переписку		2	
	<b>Семінарське заняття 3.</b> Механізми дії основних нейромедіаторів ц ЦНС		2	
	<b>Самостійна робота.</b> Роль структурної організації мембрани та ліпід-білкових взаємодій в регуляції процесу передачі нервового імпульсу			20
	<b>Самостійна робота.</b> Роль пресинаптичних рецепторів в регуляції ключових етапів процесу нейротрансмісії			20
2	<b>Тема 2. Основи нанонейротехнології</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>
	<b>Лекція 7.</b> Екологічна нанонейротоксикологія, шкідливий вплив наночастинок-забруднювачів повітря	2		
	<b>Лекція 8.</b> Мультиполітантне забруднення та як формується біокорона на поверхні наночастинок	2		
	<b>Лекція 9.</b> Основи нанонейротоксикології, механізми дії сучасних нейроактивних наночастинок та експериментальне визначення їх токсичності	2		

	<b>Лекція 10.</b> Потенційний периферичний маркер для аналізу порушень транспорту нейромедіаторів у головному мозку та зв'язок кишечник-мозок.	2		
	<b>Семінарське заняття 4.</b> Методи «грин» синтезу наночастинок		2	
	<b>Семінарське заняття 5.</b> Як презентувати та доповідати наукову роботу. Як готувати наукову презентацію.		2	
	<b>Самостійна робота.</b> Роль розміру, заряду поверхні, форми наночастинок на їхню токсичність			10
	<i>Розділ 2</i>			
	.			
<b>3</b>	<b>Тема 3</b> <i>Методи реєстрації мембранних іонних струмів через поодинокі іонні канали та механізми міжклітинних комунікацій ; механізми поширення потенціалів дії.</i>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
	<b>Лекція 8.</b> Метод петч-клемп реєстрації іонних струмів; модифікації. Промислове обладнання «Ахорatch200». Методи одержання ізольованих клітин. Культура тканин.	2		
	<b>Лекція 9.</b> Типи синапсів, механізми синаптичної передачі потенціалів дії в центральній та периферичній нервовій системах. Медіатори збудження-гальмування та принципи їх взаємодії з рецепторами. Молекулярний докінг. Рецептор - активовані внутрішньоклітинні сигнальні каскади.	2		
	<b>Практичне заняття 3.</b> Рішення задач (розділ: Електробіофізика)		2	
	<b>Самостійна робота.</b> Механізми холінергічного збудження, пуринаергічного, адренергічного, NO-ергічного гальмування.			10
<b>4</b>	<b>Тема 4.</b> <i>Технології застосування електрофізіологічних методів для доклінічних досліджень фармакологічних препаратів</i>	<b>2</b>		
	<b>Лекція 10.</b> Поняття про фармацевтичну хімію та фармакогнозію, закономірності взаємодії лігандів з біологічними системами, зміни їх функціонального стану,	2		



тестування основних рецептор – керованих регуляторних механізмів за допомогою електрофізіологічних методів. Уявлення про фармакокінетику.			
<b>ВСЬОГО</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>60</b>

**Загальний обсяг 90 год.**, в тому числі:

Лекцій – **20 год.**

Практичні заняття – **10 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

### **Рекомендовані джерела:**

#### **Основна :**

1. Клевець М.Ю. Фізіологія людини і тварин , книга 1,ЛНУ, 2000
2. Клевець М.Ю. , Манько В.В. Фізіологія людини і тварин , книга 2,ЛНУ, 2002
3. Шуба М.Ф., Давидовська Т.Л., Жолос О.В. та ін. Електробіофізика, УФЦ, 2002
4. Клиническая биохимия. 2е издание. Под ред. В.А. Ткачука, Изд-во МГУ, 2004
5. *Bhagavan N.V., Chung-Eun Ha. Essentials of Medical Biochemistry 2th edition, Academic Press, 2011*
6. Биологическая химия с упражнениями и задачами под редакцией С.Е. Северина, «ГЭОТАР-Медиа», 2011
7. Borisova T, Nazarova A, Dekaliuk M, Krisanova N, Pozdnyakova N, Borysov A, Sivko R, Demchenko AP.
8. Neuromodulatory properties of fluorescent carbon dots: Effect on exocytotic release, uptake and ambient level of glutamate and GABA in brain nerve terminals.// Int J Biochem Cell Biol. -2015.-V.59-P.203-15.
9. Blanco A., Blanco G. Medical Biochemistry, 2017 Elsevier Academic Press, 805.
10. Биохимия , под редакцией Даниловой Л.А., М. СпецЛит, 2020

#### **Додаткова:**

1. Borisova T., Pozdnyakova N., Dudarenko M., Krisanova N., Andronati S. GABAA receptor agonist cinazepam and its active metabolite 3-hydroxyphenazepam act differently at the presynaptic site. // **European Neuropsychopharmacology.** – **2021.** - V.45. - P. 39-51. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2021.03.013>
2. Borisova T., Pozdnyakova N., Krisanova N., Pastukhov A., Dudarenko M., Paliienko K., Grytsaenko V., Lux F., Lysenko V., Rocchi P., Komisarenko S., Tillement O. Unique features of brain metastases-

targeted AGuIX nanoparticles vs their constituents: A focus on glutamate-/GABA-ergic neurotransmission in cortex nerve terminals // **Food Chem Toxicol.** – 2021. – V. 149, 112004. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112004>

3. Shatursky O., Demchenko A., Panas I., Krisanova N., Pozdnyakova N., Borisova T. The ability of carbon nanoparticles to increase transmembrane current of cations coincides with impaired synaptic neurotransmission // **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes.** - 2021, 183817. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2021.183817> Q1/Q2, IF 3,7

4. Paliienko K., Kalynovska L., Pozdnyakova N., Krisanova N., Tarasenko A., Pastukhov A., Afonina U., Gnatyuk O., Dovbeshko G. Borisova T. "Carbon-containing nanoparticles from grass: green synthesis, optical, spectroscopic, oxidative properties and neurotropic action in brain nerve terminals," 2021 *IEEE 11th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP)*, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/NAP51885.2021.9568627.

5. Borisova T. Environmental Nanoparticles: Focus on Multipollutant Strategy for Environmental Quality and Health Risk Estimations, in: *Biomedical Nanomaterials*. Springer International Publishing. 2022., pp. 305–321. doi:10.1007/978-3-030-76235-3\_11

#### **Інтернет-ресурси:**

Молекулярний докінг AutoDockTools.  
<http://autodock.scripps.edu/resources/adt>.

1. Молекулярна динаміка Gromacs.

<http://www.gromacs.org/>.

3. Симуляція молекулярної динаміки Molecular Dynamics Simulator (NAMD).  
<http://www.ks.uiuc.edu/Research/namd>.

4. Банк даних білків (Protein Data Bank, PDB).  
<http://www.pdb.org/pdb/home/home.do>  
<http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>.

5. Віртуальна лабораторія MolDynGrid

<http://moldyngrid.org/main.php>.

База хімічних сполук

PubChem

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

11. Клевець М.Ю. Фізіологія людини і тварин, книга 1, ЛНУ, 2000

12. Клевець М.Ю., Манько В.В. Фізіологія людини і тварин, книга 2, ЛНУ, 2002

13. Шуба М.Ф., Давидовська Т.Л., Жолос О.В. та ін. Електробіофізика, УФЦ, 2002

14. Клиническая биохимия. 2е издание. Под ред. В.А. Ткачука, Изд-во МГУ, 2004, 512 с.

15. Bhagavan N.V., Chung-Eun Ha. *Essentials of Medical Biochemistry 2th edition*, Academic Press, 2011, 581 p.

16. Borisova T, Nazarova A, Dekaliuk M, Krisanova N, Pozdnyakova N, Borysov A, Sivko R, Demchenko AP. Neuromodulatory properties of fluorescent carbon dots: Effect on exocytotic release, uptake and ambient level of glutamate and GABA in brain nerve terminals.// Int J Biochem Cell Biol. -2015.-V.59-P.203-15.
17. Blanco A., Blanco G. Medical Biochemistry, 2017 Elsevier Academic Press, 805
18. Северин С.Е., Алейникова Т.Л., Осипов Е.В. и др. Биологическая химия, М., 2017
19. Биохимия под ред. Даниловой Л.А., М., 2020

***Додаткова:***

- 1.
- 2.
- 3.

***Інтернет-ресурси:***

- 1.
- 2.

**Якщо підходить.**

1. Молекулярний докінг AutoDockTools.  
<http://autodock.scripps.edu/resources/adt>.
2. Молекулярна динаміка Gromacs.  
<http://www.gromacs.org/>.
3. Симуляція молекулярної динаміки Molecular Dynamics Simulator (NAMD).  
<http://www.ks.uiuc.edu/Research/namd>.
4. Банк даних білків (Protein Data Bank, PDB).  
<http://www.pdb.org/pdb/home/home.do>  
<http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>
6. Віртуальна лабораторія MolDynGrid  
<http://moldyngrid.org/main.php>.  
База хімічних сполук  
PubChem  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>