

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Навчально-науковий інститут високих технологій**

Кафедра супрамолекулярної хімії



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник директора

з науково-педагогічної роботи

**Галина ГРАБЧУК**

«24» травня 2022 року

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **НЕЙРОФІЗІОЛОГІЯ**

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	другий (магістр)
освітньо-наукова програма	Високі технології (хімія та наноматеріали)
вид дисципліни	вибіркова

-	Форма навчання	денна
	Навчальний рік	2021/2022
	Семестр	<b>3</b>
	Кількість кредитів ECTS	<b>4.0</b>
	Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
	Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Борисова Т.О.

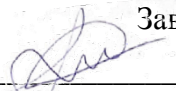
Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

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

**КИЇВ – 2022**

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


**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

  
Зав. кафедри  
\_\_\_\_\_  
(підпис) (Сергій РЯБУХІН)  
(прізвище та ініціали)

**Протокол № 7 від «19» серпня 2022 року**

Схвалено науково - методичною комісією Навчально-наукового інституту високих технологій

**Протокол 1 від «09 вересня 2022 року**

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

**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):**

- ЗК2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел
- ФК2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.
- ФК7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна добросовісність, ризики для людей і довкілля тощо).
- ФК11. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати належні напрями та відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.
- ФК12. Розуміння етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова добросовісність).

**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,	Лекція	Модульна контрольна	

	глутамат- та ГАМК-ергічну нейротрансмісію, фізико-хімічні властивості мембран клітин, системи транспортування збуджуючих на гальмівних нейромедіаторів, іонні канали.		робота	
1.2	Знати про глутаматні та ГАМК рецептори та їх роль у процесі синаптичної передачі	Лекція		30%
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 одержаним результатам.	Семінарське заняття		10%
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-	Самостійна робота	Підготовка реферату	10%

методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнювати науково-технічну інформацію.			
---	--	--	--

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

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	4.1
1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.							+	
2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.								+
5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.							+	
8. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати напрями та відповідні методи для їх розв'язання на основі розуміння сучасної проблематики досліджень в галузі хімії та беручи до уваги наявні ресурси.	+	+	+	+	+	+		

## 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- та 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> Мультиполютантне 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			10

	гальмування .			
4	<b>Тема 4. Технології застосування електрофізіологічних методів для доклінічних досліджень фармакологічних препаратів</b>	2		
	<b>Лекція10.</b> Поняття про фармацевтичну хімію та фармакогнозію, закономірності взаємодії лігандів з біологічними системами, зміни їх функціонального стану, тестування основних рецептор – керованих регуляторних механізмів за допомогою електрофізіологічних методів. Уявлення про фармакокінетику.	2		
	<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. Bhagavan N.V., Chung-Eun Ha. Essentials of Medical Biochemistry 2th edition, Academic Press, 2011
5. Borisova T, Nazarova A, Dekaliuk M, Krisanova N, Pozdnyakova N, Borysov A, Sivko R, Demchenko AP.
6. 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.
7. Blanco A., Blanco G. Medical Biochemistry, 2017 Elsevier Academic Press, 805.
8. Byrne J.H., Heidelberger R., Waxham M.N. FROM MOLECULES TO NETWORKS. An Introduction to Cellular and Molecular Neuroscience. THIRD EDITION / Elsevier Inc., 2014. - 692 p.
9. Lodish H., Berk A., Kaiser C.A., Krieger M., Bretscher A., Ploegh H., Amon A., Scott M.P. MOLECULAR CELL BIOLOGY. SEVENTH EDITION / W. H. Freeman and Company, New York, 2013. - 1247 p.
10. Pollard T., Earnshaw W., Lippincott-Schwartz J., Johnson G. Cell Biology. 3rd Edition / Elsevier, 2017. - 882 p.



***Додаткова:***

11. 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>
12. 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>
13. 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
14. 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.
15. 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:***

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