

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра фізичної електроніки

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ О. Ю. Нечипорук

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Плазмодинаміка та плазмохімія

для студентів

галузь знань	10 «Природничі науки»
спеціальність	105 «Прикладна фізика та наноматеріали»
рівень вищої освіти	другий (магістерський)
освітня програма	«Прикладна фізика та наноматеріали»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	іспит

**Викладачі:** Гончаров Олексій Антонович д.ф.м.н, проф., професор кафедри фізичної електроніки і Черняк Валерій Якович д.ф.м.н, проф., професор кафедри фізичної електроніки

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

КИЇВ 2021

**Розробники:**

**Гончаров Олексій Антонович** д.ф.м.н, проф., професор кафедри фізичної електроніки ,  
**Черняк Валерій Якович** д.ф.м.н, проф., професор кафедри фізичної електроніки

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Завідувач кафедри фізичної електроніки

\_\_\_\_\_ А.М. Веклич

Протокол № \_\_ від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки  
та комп'ютерних систем

Протокол № \_\_ від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

Голова науково-методичної комісії

С. П. Радченко

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року.

## Робоча програма навчальної дисципліни Плазмодинаміка та плазмохімія

Лекції	36 год
Семінарських занять	14 год
Самостійна робота студентів	100 год
Модульні контрольні роботи	2
Форма заключного контролю	залік

**1. Статус дисципліни:** Навчальна дисципліна " Плазмодинаміка та плазмохімія" є дисципліною блоку вільного вибору студентів за освітнім рівнем «магістр» галузі знань «10. Природничі науки» зі спеціальності «105. Прикладна фізика та наноматеріали».

**2. Анотація навчальної дисципліни:** Курс “Плазмодинаміка і плазмохімія” – важлива складова формування професійного світогляду фахівця зі спеціальності Прикладна фізика та наноматеріали. В ньому розглядаються основні поняття плазмодинаміки і плазмохімії: динаміка часток і плазми, іонно-плазмові джерела та інжектори плазми, плазмові прискорювачі і плазмооптика, особливості плазмохімічної кінетики і плазмохімічних реакційних систем.

**3. Мета навчальної дисципліни:** Навчити студентів основним поняттям, що стосуються плазмодинаміки і плазмохімії, та методам експериментального та теоретичного дослідження фізичних явищ у плазмових динамічних системах з врахуванням кінетики фізичних і хімічних процесів.

**4. Результати навчання.** У результаті вивчення дисципліни “Плазмодинаміка і плазмохімія” студент отримає підготовку, достатню для подальшого навчання за освітньою програмою за спеціальністю Прикладна фізика та наноматеріали, самостійного вивчення відповідної наукової літератури, розв’язання типових задач цієї області науки.

### **5. Передумови для вивчення навчальної дисципліни:**

До вивчення дисципліни “Плазмодинаміка і плазмохімія” необхідно пройти підготовку і скласти іспити/заліки з таких дисциплін:

- Вища математика (Математичний аналіз, Диференціальні рівняння та теорія ймовірностей, Методи математичної фізики),
- Загальної фізики (Механіка, Молекулярна фізика, Електрика та магнетизм, Оптика, Атомна фізика),
- Теоретична фізика (Статистична фізика, Електродинаміка),
- Фізика плазми та плазмові технології.

### **6а. Засоби оцінювання результатів навчання:**

- **Семестрове оцінювання:** Навчальний курс містить два змістовні модулі. Всі модулі оцінюються максимально в 20 балів.
- **Контрольні роботи** (колоквиуми) є складовими частинами відповідних модулів.
- **Семінарські заняття.** Кожен студент готує дві доповіді. Всі доповіді оцінюються максимально в 10 балів.
- **Підсумкове оцінювання (у формі заліку):** Залік складається із 4 теоретичних питань. Кожне питання оцінюється від 0 до 10 балів.

**бб. Умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом протягом семестру (сумарно) не менше, ніж 30 балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, для одержання допуску до заліку повинні скласти колоквиум на необхідну мінімальну кількість балів.

**бв. Критерії оцінювання**

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів умінь (підготовка доповідей по оригінальній літературі) і знань (опанування теоретичного матеріалу)

	<b>Знання (мінімум)</b>	<b>Знання (максимум)</b>	<b>Уміння (мінімум)</b>	<b>Уміння (максимум)</b>	<b>Знання + уміння (мінімум)</b>	<b>Знання + уміння (максимум)</b>
<b>Результати протягом семестру</b>	20	40	10	20	30	60
<b>Залік</b>	20	20	10	20	30	40
<b>Підсумкова оцінка</b>	40	60	20	40	<b>min 60</b>	<b>max 100</b>

**бг. Загальні результати і шкала відповідності оцінок**

<b>Оцінка (за національною шкалою) / National grade</b>	<b>Рівень досягнень, % / Marks, %</b>
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Failed	0 -59%

## 7.1. Програма навчальної дисципліни «Плазмодинаміка та плазмохімія»

Примітка: Теми семінарів збігаються з темами відповідних лекцій.

№	Тема	Кількість годин (лекцій)	Контрольні роботи
<b>Змістовний модуль №1</b>			
1	Огляд і класифікація плазмодинамічних систем	2	
2	Моделі плазми, що рухається.	2	
3	Механізми прискорення іонів у плазмі.	2	
4	Динаміка іонів і електронів у плазмі, що рухається	2	
5	Фазові характеристики іонних пучків	2	КР-1
6	Іонно-оптичні системи	2	
7	Імпульсні та ерозійні прискорювачі	2	
8	Прискорювачі типу Холла	2	
9	Плазмооптичні системи	2	
<b>Змістовний модуль №2 Плазмохімія</b>			
1	Вступ – Особливості плазмохімічних процесів	2	
2	Плазмова кінетика	2	
3	Основи хімічної термодинаміки	2	
4	Хімічна і плазмохімічна кінетики	2	
5	Генератори плазми для плазмохімії	2	
6	Поверхневі процеси в плазмохімічних системах	2	КР-2
7	Плазмово-рідинні системи і проблема селективності в плазмохімії	2	
8	Плазмовий синтез	2	
9	Плазмові технології сталого розвитку	2	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>36</b>	

## 7.2 Самостійна робота студентів (СРС).

	Тема СРС	Джерело інформації
1.	Плазмодинамічні системи – 2 год. [1,2,9].	[9], 284-295
2.	Вимоги що-до створення ефективних плазмодинамічних систем 2 год. [2,4,9].	[5], 115-119
3.	Механізми прискорення використовуються для розгону іонів в плазмі.– 2 год. 2,4,9,10].	[8], 46-85
4.	Слабодисипативна система для руху іонів і електронів – 4 год. [9,10].	[8], 85-99
5.	Що визначає емітанс пучка, як він впливає на транспортні властивості пучків заряджених часток.– 2 год. (3).	
6.	Особливості формування іонних пучків сучасними потужними плазмовими джерелами . – 6 год. (8).	
7.	Моделі хімічних реакцій. – 2 год. (4, С.172-177).	
8.	Реакції в нерівноважній плазмі. – 2 год. (4, С.172-177).	
9.	Процеси рекомбінації зарядів – 2 год. (4, С.172-177).	
10.	Абсорбція і десорбція.– 2 год. (4, С.172-177).	
11.	Вплив зовнішніх силових полів на фізико-хімічні процеси. – 2 год. (4, С.172-177).	

12.	Експериментальні методи дослідження фізико-хімічних процесів в низькотемпературній плазмі. – 2 год. (4, С.172-177).	
13.	Плазмова полімеризація. – 2 год. (4, С.172-177).	
14.	Плазмохімічні установки на основі розряду з рідким електродом. – 2 год.	
15.	“Колба” Міллера. – 2 год. (4, С.172-177).	
16.	Плазмове стимулювання процесу горіння – 2 год. (4, С.172-177).	
17.	Методи загартування продуктів плазмохімічних перетворень	

**Примітка:** всі питання СРС включаються до екзаменаційних білетів

## 8. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### ОСНОВНА 1.

1. Xin-ke Wang, Jia-sheng Ye, Wen-feng Sun, Peng Han , Lei Hou<sup>2</sup> and Yan Zhang<sup>1</sup> Terahertz near-field microscopy based on an air- plasma dynamic aperture //Light: Science & Applications 1-9 (2022) 11:129 Official journal of the CIOMP 2047-7538 <https://doi.org/10.1038/s41377-022-00822-8>.
2. Chivel Yu. Atmospheric Plasmadynamic Surface Modification Technology//Surface Modification Technologies XXVI Edited by T. S. Sudarshan 1-8 (2010).
3. K. V. Brushlinskii, E. V. Stepin Numerical models in applied plasmadynamic and plasmastatic problems //IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1103, 1-9 (2018) 012004 doi :10.1088/1742-6596/1103/1/012004.
4. V. V. Kuzenov, S. V. Ryzhkov, A. YU. Gavrilova, E. P. Skorokhod Computer simulation of plasmadynamic processes in capillary discharges // High Temperature Material Processes 18(1–2), 119–130 (2014).

### ОСНОВНА 2.

1. Fridman, A., Friedman, G., “Plasma Medicine”, book, WILEY, (2013), 504 pg.
2. Fridman, A., Kennedy L. “Plasma Physics and Engineering”, book, 2<sup>nd</sup> ed., CRC (2011), 906 pg.
3. Fridman, A. “Plasma Chemistry”, book, Cambridge University Press (2008) 978p.
4. Yang, Y., Cho, Y., Fridman, A., “Plasma Discharge in Liquid”, book, CRC (2012), 190 pg.
5. Fridman A. Plasma Chemistry// Cambridge University Press 2008.-1022 p.

6. Meichsner J., Schmidt M., Schneider R., Wagner H.-E. Nonthermal Plasma Chemistry and Physics/2013 by Taylor & Francis Group, LLC, International Standard Book Number-13: 978-1-4200-5921-2 (eBook - PDF).- 554 p.
7. Parvulescu V. I., Magureanu M., Lukes P. **Plasma Chemistry and Catalysis in Gases and Liquids** Markono Print Media Pte Ltd, Singapore **Print ISBN: 978-3-527-33006-5.-394p.**
8. Becker K.H., Kogelschatz U., Schoenbach K.H., Barker R.J. Non-Equilibrium Air Plasmas at Atmospheric Pressure //IOP Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia LTD 2005.- 682 p.
9. Lieberman M.A., Lichtenberg A.J. Principles of plasma discharges and materials processing – NY: John Wiley& Sons, Inc.,- 1994.-565 p.

## ДОДАТКОВА

1. d’Agostino R., Favia P., Oehr C., Wertheimer M. Low-temperature plasma processing of materials: past, present and future//Plasma Processes and polymers-2005.-V2-1-P.7-15.
2. K. Becker. Microplasmas: Scientific challenges, technological applications and limitations //Abstr. 16<sup>th</sup> Symp. on Application of Plasma Processes. Podbanske, Slovakia, January 20-25, 2007.-P.57-60.
3. ЛЕВИТСЬКИЙ С.М. ВСТУП ДО ФІЗИЧНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ: НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК.- К.: ВПЦ “КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ” 2001.- 172 С.

### ДОДАТКИ:

#### 9. Рекомендації до оцінки типів навчальної роботи.

		Знання	Уміння	Комунікаційність	Автономність (ініціативність) і відповідальність
1	Лекції	50	40		10

#### 10а. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
<b>1</b>	<b>студент повинен знати:</b>			
1.1	основні поняття плазмодинаміки і плазмохімії	лекційні заняття	Іспит контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	до 60
1.2	методи теоретичного	лекційні заняття	залік	

	опису динаміки плазми		контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.3	методи опису плазмохімічної кінетики	лекційні заняття	Залік контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
<b>2</b>	студент повинен <b>вміти</b> :			до 30
2.1	Працювати з оригінальною літературою	семінари	Доповіді на семінарі	
<b>3</b>	<b>Автономність та відповідальність</b>			до 10
3.1	Здатність до поставленої перед студентом задачі	семінари	Доповіді на семінарі	

### 10.6 Набуті компетентності загальні (ЗК) та фахові (ФК) компетентності

ЗК14. Навики здійснення безпечної діяльності.

ФК8. Здатність брати участь у формуванні запитів щодо матеріально-технічного забезпечення досліджень

### 10.в Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання (назва)	Знання			Уміння	Автономність
	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1
ПРН 1 Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів	+	+	+		
ПРН 6 Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій		+		+	
ПРН 8 Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проектів			+	+	
ПРН 13 Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі					+
ПРН 16 Організувати результативну роботу індивідуально і як член команди					+