КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра фізичної електроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

_____________Андрій Нетреба

« ____ » ___________ 2023 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 компонента

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2023/2024 2024/2025
Семестр	2/3
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі:
Гончаров Олексій Антонович д.ф.м.н, проф., професор кафедри фізичної електроніки
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 2023

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

__________________Анатолій ВЕКЛИЧ

Протокол № 34 від « 29 » червня 2023 р.

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

Протокол № ___ від « ___ » _____________ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії   Сергій РАДЧЕНКО

« ___ » _____________ 2023 року.

Робоча програма навчальної дисципліни
Плазмодинаміка та плазмохімія

Лекції	24 год
Семінарських занять	22 год
Самостійна робота студентів	102 год
Консультації	2 год.
Кредити	5
Форма заключного контролю	екзамен

1. **Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з основними поняттямя, що стосуються плазмодинаміки і плазмохімії, та методам експериментального та теоретичного дослідження фізичних явищ у плазмових динамічних системах з врахуванням кінетики фізичних і хімічних процесів.

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

Навчальна дисципліна «Плазмодинаміка та плазмохімія» базується на обов'язкових дисциплінах бакалавра відповідної спеціальності, що входять до циклів вищої математики («Методи математичного аналізу», «Диференційні рівняння та теорія ймовірностей», «Методи математичної фізики»), загальної та теоретичної фізика», («Механіка», «Електрика і магнетизм», «Оптика», «Електродинаміка, «Термодинаміка», «Квантова механіка»), радіоелектроніки («Радіотехнічні кола та сигнали», «Радіоелектроніка»), а також спецкурсів («Основи фізичної електроніки», «Фізика плазми та плазмові технології», «Теорія плазми»).

Попередні вимоги:

студент повинен знати: основні закони, рівняння та співвідношення загальної та теоретичної фізики, радіоелектроніки, теорії коливань і хвиль, фізики плазми;

студент повинен вміти: користуватися апаратом вищої математики (математичний аналіз, лінійна алгебра, диференціальні рівняння, рівняння математичної фізики).

3. **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.

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».

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

1. Засвоєння основних понять, що характеризують плазмодинаміку і плазмохімію.
2. Розуміння зв'язку між властивостями плазми й технологічними особливостями її застосування.
3. Уміння застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвиток у аналітичного мислення та наукового підходу.
4. отримання підготовки, достатної для подальшого навчання за освітньою програмою за спеціальністю Прикладна фізика та наноматеріали, самостійного вивчення відповідної наукової літератури, розв'язання типових задач цієї області науки.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

ЗК 3.Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
ЗК 4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК 12. Навички міжособистісної взаємодії.
ЗК 13. Здатність працювати автономно.
ФК 9. Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
ФК10. Здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем.

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	**знати**:	лекційні заняття з використанням мультимедійних технологій	письмові модульні контрольні роботи	до 45
1.1	Плазмову кінетику за участі електронів			
1.2	Плазмову кінетику за участі іонів			
1.3	Основи хімічної термодинаміки			
1.4	Хімічну і плазмохімічну кінетику			
1.5	Генератори плазми для плазмохімії		МКР1	
1.6	Проблему селективності в плазмохімії			
1.7	Плазмові технології сталого розвитку в енергетиці, екології, медицині, агропромисловості		ПРК	
1.8	Плазмовий синтез			
1.9	Динамічні плазмові системи		МКР2	
1.10	Механізми прискорення іонів у плазмі			
1.11	Імпульсні та ерозійні прискорювачі			
1.12	Плазмооптичні системи		МКР3	

2	**вміти:**	Лекційні та семінарські заняття	письмові модульні контрольні роботи та доповіді на семінарах	до 45
2.1	Визначати особливості плазмових, хімічних, плазмохімічниих кінетичних процесів			
2.2	Пояснювати принципи генерації плазми для плазмохімічних перетворень			
2.3	Розрізняти методи створення плазмодинаміччних систем			
2.4	Пояснювати властивості плазмооптичних систем			
3	**комунікація:**	та семінарські заняття	письмові модульні контрольні роботи, залік	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній, так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію			
4	**автономність та відповідальність:**	та семінарські заняття	екзамен	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв’язання поставленої перед студентом задачі			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	**Результати навчання дисципліни**																	
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	4.1
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	
ПРН 2. Розуміння технологій та теоретичних та													+	+	+	+		+

експериментальних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів.																		
ПРН 4. Знання іноземної мови.													+	+	+	+		+
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій.										+			+	+	+	+		+
ПРН 12. Інтерпретувати науково-технічну інформацію													+	+	+		+	+
ПРН 13. Представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі.													+	+	+			
ПРН 14. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами.													+	+	+		+	+
ПРН 16. Організовувати результативну роботу індивідуально і як член команди.																	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами складання колоквіумів та написання письмових контрольних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.10 [**знання**] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [**вміння**] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [**комунікація**] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [**автономність та відповідальність**] – до 5%.

Форми оцінювання:

семестрове оцінювання (2 семестр): Навчальний семестр має два змістовні модулі. Після завершення їх вивчення проводяться колоквіуми. Обов’язковим для допуску до іспиту є: отримання не менше 18 балів семестрового рейтингу.

проміжний контроль (кінець 2 семестру) проводтся в кінці 2 семестру.

семестрове оцінювання (3 семестр): Навчальний семестр має три змістовні модулі. Після завершення їх вивчення проводяться колоквіуми. Обов'язковим для допуску до іспиту є: отримання не менше 18 балів семестрового рейтингу.

підсумкове оцінювання (у формі іспиту): форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається з 4 питань, питання оцінюються по 10 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою за **24 бали.**

умови допуску до підсумкового іспиту: умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж *36 балів* за семестри. Студенти, які протягом семестрів сумарно набрали меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу або скласти колоквіум.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перескладання модульних контрольних робіт та колоквіумі здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті"

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min.	Max.
Колоквіум 1	9	15
Проміжний контроль (Колоквіум 2)	9	15
Колоквіум 3	9	15
Колоквіум 4	9	15

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1, колоквіум 1	квітень (2 семестр)
Проміжний контроль Модульна контрольна робота 2, колоквіум 2	Травень (2 семестр)
Модульна контрольна робота 3, колоквіум 3	Вересень (3 семестр)
Модульна контрольна робота 3, колоквіум 3	
Добір балів/додаткова контрольна робота або колокіум	Червень (3 семестр)
Іспит	Червень (3 семестр)

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60

Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни ««Плазмодинаміка та плазмохімія». Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	***Семінарські заняття***	Самостійна робота
	Змістовний модуль №1 (семестр 2) Плазмохімія			
1	Вступ – Особливості плазмохімічних процесів	1		4
2	Плазмова кінетика за участі електронів	1		4
3	Плазмова кінетика за участі іонів	1	1	4
4	Основи хімічної термодинаміки	1	1	4
5	Хімічна і плазмохімічна кінетики	1	1	4
6	Генератори плазми для плазмохімії	1	1	4
7	Поверхневі процеси в плазмохімічних системах	1	1	4
8	Плазмово-рідинні системи і проблема селективності в плазмохімії	1	1	
9	Плазмові технології сталого розвитку в енергетиці та екології	1	1	4
10	Плазмові технології сталого розвитку: плазмомедицина, агроплазма	1	1	5
	Змістовний модуль №2 (семестр 3) Плазмохімія в динамічних плазмових системах			
1	Динамічні плазмові системи	1	1	8
2	Плазмові лазери	1	1	8
3	Плазмовий синтез	1	1	8
4	Проблема хірального синтезу	1	1	8
	Змістовний модуль №3 (семестр 3) Плазмодинаміка середніх енергій			
1	Огляд і класифікація плазмодинамічних систем Моделі плазми, що рухається	1 1	1 1	5

2	Механізми прискорення іонів у плазмі Динаміка іонів і електронів у плазмі, що рухається	1 1	1 1	6
3	Фазові характеристики іонних пучків Іонно-оптичні системи	1 1	1 1	6
4	Імпульсні та ерозійні прискорювачі Прискорювачі типу Холла1	1 1	1 1	6
5	Плазмооптичні системи Плазмооптичні технологічні системи	1 1	1 1	6
Всього		**24**	**22**	**102**

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

Лекції **24** год.

Семінари **22** год

Консультації **2** год.

Самостійна робота **102** год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела «Плазмохімія»:

1. Fridman, A., Friedman, G., "Plasma Medicine", book, WILEY, (2013), 504 pg.
2. Fridman, A., Kennedy L. "Plasma Physics and Engineering", book, 2nd ed., CRC (2011), 906 pg.
3. Fridman, A. "Plasma Chemistry", book, Cambridge University Press (2008) 978p.
4. Rusanov V., Fridman A., "Physics of Chemically Active Plasma", book, Nauka, Moscow, (1984) 416pg.
5. Yang, Y., Cho, Y., Fridman, A., "Plasma Discharge in Liquid", book, CRC (2012), 190 pg.
6. Fridman A. Plasma Chemistry// Cambridge University Press 2008.-1022 p.
7. 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.
8. 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.
9. Becker K.H., Kogelschatz U., Schoenbach K.H., Barker R.J. Non-Equilibrium Air Plasmas at Atmospheric Pressure //IOP Institute of Physics Publiching Bristol and Pholadelphia LTD 2005.- 682 p.
10. Lieberman M.A., Lichtenberg A.J. Principles of plasma discharges and materials processing – NY: John Wiley& Sons, Inc.,- 1994.-565 p.

Основні джерела «Плазмодинаміка»:

1. Xin-ke Wang, Jia-sheng Ye, Wen-feng Sun, Peng Han , Lei Hou2 and Yan Zhang1Terahertz 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).

Додаткові і джерела:

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. 16th 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.