КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра радіотехніки та радіоелектронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

___________А.В. Нетреба

« ____ » ___________ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Плазмова електроніка

для студентів

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

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

Викладач:
Анісімов Ігор Олексійович, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. ___________ (_______________) « ___ » _________ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. ___________ (_______________) « ___ » _________ 20__ р.

Розробник:

Анісімов Ігор Олексійович, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

__________________________І.О. Анісімов

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2023 р.

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

Протокол № ___ від « ___ » _____________ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії С. П. Радченко

« ___ » _____________ 2023 року.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з основними явищами, що характеризують взаємодію електронних пучків з плазмою, та можливими практичними й технологічними застосуваннями цих явищ.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Плазмова електроніка» базується на обов'язкових дисциплінах бакалавра відповідної спеціальності, що входять до циклів вищої математики («Математичний аналіз», «Диференціальні рівняння», «Методи математичної фізики»), загальної та теоретичної фізика», («Механіка», «Електрика і магнетизм», «Оптика», «Електродинаміка, «Термодинаміка», «Квантова механіка»), радіоелектроніки («Радіотехнічні кола та сигнали», «Радіоелектроніка»), курсів за спеціальністю («Коливання та хвилі», «Статистична радіофізика», «Синергетика»), 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;

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

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни «Плазмова електроніка» дозоляє зрозуміти механізми формування та транспортування електронних пучків, умови їхньої стійкості, механізми розвитку низькочастотних та високочастотних плазмово-пучкових нестійкостей (ППН), а також можливі застосування цих явищ у різних областях техніки й технологій.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

1. Засвоєння основних понять, що характеризують поведінку електронного пучка в плазмі.
2. Розуміння зв'язку між властивостями плазми й пучка та характером розвитку нестійкостей у такій системі.
3. Уміння застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвиток у аналітичного мислення та наукового підходу.
4. Уміння розв'язувати (аналітично або числовими методами) задачі, що стосуються взаємодії електронних пучків з плазмою.

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 5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 13. Здатність працювати автономно.

ФК 9. Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК 11. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів.

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	колоквіуми	до 45
1.1	Питання формування та транспортування електронних пучків	*лекція*	*колоквіуми*	4
1.2	Стійкість електронних пучків у вакуумі й плазмі	*лекція*	*колоквіуми*	4
1.3	Механізми високочастотної ППН	*лекція*	*колоквіуми*	4

1.4	Механізми насичення ППН у гідродинамічному режимі	*лекція*	*колоквіуми*	4
1.5	Слабка плазмово-пучкова турбулентність	*лекція*	*колоквіуми*	4
1.6	Сильна та надсильна плазмово-пучкова турбулентність	*лекція*	*колоквіуми*	5
1.7	Випромінювання електронних пучків у плазмі	*лекція*	*колоквіуми*	5
1.8	Плазмово-пучкові генератори та підсилювачі	*лекція*	*колоквіуми*	5
1.9	Плазмово-пучковий розряд	*лекція*	*колоквіуми*	5
1.10	Просвітлення, квазіпрозорість та інформаційна прозорість плазмових бар’єрів	*лекція*	*колоквіуми*	5
2	**вміти**:	лекційні заняття	колоквіуми	до 45
2.1	Досліджувати стійкість електронних пучків у вакуумі та плазмі	*лекція*	*колоквіуми*	15
2.2	Розраховувати інкременти плазмово-пучкових нестікостей та області їхнього існування	*лекція*	*колоквіуми*	15
2.3	Знати основні методи числового дослідження плазмово-пучкових систем	*лекція*	*колоквіуми*	15
3	**комунікація:**	лекційні заняття	колоквіуми	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію	*лекція*	*колоквіуми*	5
4	**автономність та відповідальність:**	лекційні заняття	колоквіуми	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв’язання поставленої перед студентом задачі	*лекція*	*колоквіуми*	5

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	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
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 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій.											+	+	+		
ПРН 12. Інтерпретувати науково-технічну інформацію.														+	+
ПРН 17. Об'єктивна самооцінка отриманих результатів та спроможність забезпечувати їх надійність.														+	+

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**: Навчальний семестр має три змістовні модулі. Після завершення їх вивчення проводяться колоквіуми. Обов’язковим для допуску до іспиту є: отримання не менше 36 балів семестрового рейтингу.

- **підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма заліку – письмово-усна. Білет на залік складається з 4 питань, питання оцінюються по 10 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за залік не може бути меншою за **24 бали.**
- **умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, ніж *36 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні додатково 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. – 6	Max. – 10
Колоквіум 1		
Колоквіум 2	12	20
Колоквіум 3	12	20

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Колоквіум 1	березень
Колоквіум 2	квітень
Колоквіум 3	травень
Добір балів/додатковий колокіум	червень
Залік	червень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Залік	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. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Лекції	Самостійна робота
1	Джерела електронних пучків	2	4
2	Транспортування електронних пучків у вакуумі та в газі	2	4
3	Транспортування електронних пучків у плазмі	2	5
4	Аперіодичні та низькочастотні нестійкості електронного пучка в плазмі	2	4
5	Механізми гідродинамічної плазмово-пучкової нестійкості	2	5

6	Насичення гідродинамічної плазмово-пучкової нестійкості	2	5
7	Кінетична плазмово-пучкова нестійкість. Квазілінійна релаксація.	2	4
8	Слабка плазмово-пучкова турбулентність	2	4
9	Сильна та надсильна плазмово-пучкова турбулентність	2	5
10	Випромінювання електронних пучків у плазмі	2	4
11	Прискорювачі на кільватерних хвилях.	2	4
12	Плазмово-пучкові генератори та підсилювачі	2	4
13	Плазмово-пучковий розряд	2	4
14	Просвітлення, квазіпрозорість та інформаційна прозорість плазмових бар'єрів	2	5
Всього		**28**	**61**

Загальний обсяг **90** год., в тому числі:
Лекції **28** год.
Консультація **1** год.
Самостійна робота **61** год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. Анісімов І.О. Синергетика. Підручник. К.: ВЦП "Київський університет", 2014.
2. Анісімов І.О. Фізика плазми. Конспект лекцій. К., 2018. 105 Prykladna fizyka ta nanomaterialy bakalavr.pdf
3. І.О.Анісімов, Л.І.Романюк. Просвітлення, квазіпрозорість та інформаційна прозорість хвильових бар'єрів у неоднорідній плазмі. // Український фізичний журнал. Огляди. 2010. Т.6. №2. С. 101-139.

Додаткові і джерела:

4. R. Z. Sagdeev, D. A. Usikov, and G. M. Zaslavskiy, Nonlinear Physics: From the Pendulum to Turbulence and Chaos, Harwood Academic Publishers, New York (1988).
5. Загородній А.Г., Момот А.І. Вступ до кінетичної теорії плазми. К., Наукова думка, 2015.
6. The Low-Temperature plasma and its applications. Part I. Ed. by I.Anisimov, A.Veklich, and O.Kravchenko. Lambert Academic Publishing, 2021.