

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра фізичної електроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ О. Ю. Нечипорук

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Плазмова електроніка

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	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 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.

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з основними явищами, що характеризують взаємодію електронних пучків з плазмою, включаючи нелінійну й турбулентну стадії цього процесу, а також 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», «Диференційні рівняння та теорія ймовірностей», «Методи математичної фізики»), загальної та теоретичної фізики («Механіка», «Електрика і магнетизм», «Оптика», «Електродинаміка, «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»).

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:**

Вивчення дисципліни «Плазмова електроніка» дозволяє зрозуміти механізми формування та транспортування електронних пучків, умови їхньої стійкості, механізми розвитку низькочастотних та високочастотних плазмово-пучкових нестійкостей (ППН), сценарії пізньої стадії розвитку 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 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 10. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 12. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК 13. Здатність працювати автономно.

ФК 5. Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експериментів.

ФК 8. Здатність брати участь у формуванні запитів щодо матеріально-технічного забезпечення досліджень.

ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів

ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики.

ПРН 14. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами.

ПРН 15. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової й нефахової аудиторії.

## 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			
<b>1</b>	<b>знати:</b>	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
<b>2</b>	<b>вміти:</b>	лекційні заняття	колоквіуми	до 45
2.1	Досліджувати стійкість електронних пучків у вакуумі та плазмі	лекція	колоквіуми	15
2.2	Розраховувати інкременти плазмово-пучкових нестійкостей та області їхнього існування	лекція	колоквіуми	15
2.3	Знати основні методи числового дослідження плазмово-пучкових систем	лекція	колоквіуми	15
<b>3</b>	<b>комунікація:</b>	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
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність:</b>	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**

Результати навчання дисципліни  <b>Програмні результати навчання (назва)</b>	Код														
	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 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики.	+								+						
ПРН 14. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами.											+	+	+	+	
ПРН 15. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової й нефахової аудиторії											+	+	+		+

## 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 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 семестр. Студенти, які протягом семестру 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	12	20
Колоквіум 2	12	20
Колоквіум 3	12	20

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1, колоквіум 1	березень
Модульна контрольна робота 2, колоквіум 2	квітень
Модульна контрольна робота 3, колоквіум 3	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота або колоквіум	червень
Іспит	червень

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, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / 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	4
4	Аперіодичні та низькочастотні нестійкості електронного пучка в плазмі	2	4
5	Режими плазмово-пучкової нестійкості	2	4
6	Механізми гідродинамічної плазмово-пучкової нестійкості	2	4
7	Насичення гідродинамічної плазмово-пучкової нестійкості	2	4
8	Кінетична плазмово-пучкова нестійкість. Квазілінійна релаксація.	2	4
9	Слабка плазмово-пучкова турбулентність	2	4
10	Сильна та надсильна плазмово-пучкова турбулентність	2	4
11	Випромінювання електронних пучків у плазмі	2	4
12	Прискорювачі на кільватерних хвилях.	2	4
13	Плазмово-пучкові генератори та підсилювачі	2	4
14	Плазмово-пучковий розряд	2	4
15	Просвітлення, квазіпрозорість та інформаційна прозорість плазмових бар'єрів	2	4
<b>Всього</b>		<b>30</b>	<b>60</b>

Загальний обсяг **90** год., в тому числі:  
Лекції **30** год.  
Самостійна робота **60** 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 Pрыкладna 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. 4. 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.