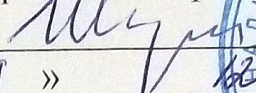


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ХАРКІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Генеральний директор

 Микола ШУЛЬГА

« 29 » _____ 2017 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Хвилі в плазмі

Назва навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

Доктор філософії

галузь знань

10 Природничі науки

спеціальність

104 фізика та астрономія

освітня програма

освітньо-професійна програма «Фізика та астрономія»

спеціалізація

вид дисципліни

за вибором

Інститут

Інститут фізики плазми ННЦ ХХФТІ

2017 / 2018 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження
Науково-технічною радою ННЦ ХФТІ

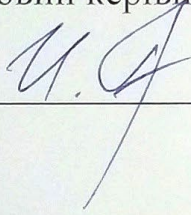
Від "07" 12 2017 року, протокол № 9

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:
д.ф.-м.н., ст. н. сп.,
завідуючий відділом ІФП ННЦ ХФТІ
ГРЕКОВ Дмитро Леонідович

Програму схвалено на засіданні Науково-технічної ради Інституту
фізики плазми _____

від "25" 10 2017 року, протокол № 7

Науковий керівник Інституту Фізики Плазми ННЦ ХФТІ



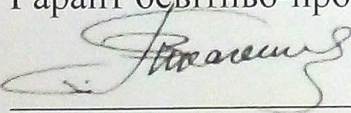
(підпис)

Ігор ГАРКУША

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми
«Фізика та астрономія»
назва освітньої програми

Гарант освітньо-професійної програми «Фізика та астрономія»



(підпис)

Віктор ТКАЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

Програма навчальної дисципліни «Хвилі в плазмі» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки третього (аспірант) рівня вищої освіти. Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 104 – «фізика і астрономія». Фахова орієнтація: «Фізика плазми».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни.

Метою викладання навчальної дисципліни є надання знань про основні властивості в однорідній і неоднорідній плазмі, особливості їх поширення і поглинання в плазмі без магнітного поля і у плазмі з магнітним полем, основні схеми застосування електромагнітних хвиль для нагрівання плазми в термоядерних пристроях.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни.

Загальні компетентності:

- здатність до абстрактного та системного мислення й аналізу;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність працювати автономно;

Фахові компетентності:

Компетенція у теорії розповсюдження хвиль в плазмі:

- здатність використовувати сучасну апаратуру при проведенні наукових досліджень
- здатність використовувати методи аналітичної обробки результатів дослідження та математичного моделювання;
- здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем;
- здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних задач і моделювання фізичних систем;

Основними завданнями вивчення дисципліни «Хвилі в плазмі» є надання аспірантам знань та навичок, достатніх для усвідомленої самостійної постановки та розв'язання задач (в першу чергу – якісного та оціночного характеру), що виникають під час професійної діяльності з приводу нагрівання плазми або електродинамічних явищ, а також для розробки стратегії розв'язання більш серйозних проблем, повністю або частково пов'язаних з проблемою керованого термоядерного синтезу.

1.3. Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Опис навчальної дисципліни «Хвилі в плазмі»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	
Галузь знань	10 – Природничі науки
напрямок підготовки	104 – фізика та астрономія
спеціальність	
освітньо-кваліфікаційний рівень	Доктор філософії
Мова навчання	Українська, англійська
Характеристика навчальної дисципліни	

Вид	додаткова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Форма контролю	залік
Показники навчальної дисципліни	
Рік підготовки	III
Лекційні заняття	16
Практичні заняття	12
Самостійна робота	90
Консультації	2

1.6. Передумови для вивчення дисципліни.

Передумовою вивчення дисципліни є базова освіта магістерського рівня в галузі фізики, лекційний курс основи фізики плазми, що викладається раніше або паралельно.

1.7. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-науковою програмою аспіранти мають досягти таких результатів навчання:

Знати:

- хвилі в плазмі без магнітного поля:
- а) гідродинамічна теорія; б) кінетична теорія.
- хвилі в плазмі з магнітним полем:
- а) гідродинамічна теорія; б) кінетична теорія.
- хвилі в обмеженій плазмі.
- сучасні методи нагрівання плазми електромагнітними хвилями.

Вміти:

- обчислювати спектри хвиль, що поширюються в плазмі; визначати основні механізми загасання хвиль, що поширюються; освіченість стосовно мети і засобів високочастотного нагрівання плазми в установках керованого термоядерного синтезу;
- вибирати методи і моделювати процеси високочастотного нагрівання плазми, а також аналізувати отримані результати;
- самостійно планувати та виконувати числові та теоретичні дослідження з поширення та поглинання електромагнітних хвиль в плазмі;
- самостійно виконувати теоретичні дослідження та застосовувати дослідницькі навички за професійною тематикою;
- аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованої задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

Для цього аспіранти мають досягти наступних результатів.

Знати:

- принципи високочастотного нагрівання плазми;
- основи електродинаміки плазми;
- використання числових методів в наукових дослідженнях;
- методи верифікації отриманих результатів.

Вміти:

- описувати електромагнітні явища у плазмі;
- виділити найбільш важливий ефект в умовах конкретного завдання;
- правильно обробляти та інтерпретувати отримані результати.

Обізнаність аспірантів з принципами фізики плазми, а саме використання сучасних методів височастотного нагрівання плазми в наукових дослідженнях та технологіях.

ЗМІСТ ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2. Тематичний план навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Тема 1. Хвилі в однорідній плазмі без магнітного поля в гідродинамічному наближенні.

Тема 2. Хвилі в однорідній плазмі без магнітного поля в кінетичному наближенні.
Черенковське загасання хвиль. Внесок теплового руху частинок в дисперсійні рівняння.

Тема 3. Хвилі в обмеженій плазмі. Власні коливання плазмового циліндру.

Тема 4. Методи і засоби збудження електромагнітних хвиль в плазмі.

МОДУЛЬ 2

Тема 5. Хвилі в однорідній плазмі з магнітним полем в гідродинамічному наближенні.
Хвилі в слабо неоднорідній плазмі.

Тема 6. Хвилі в однорідній плазмі з магнітним полем в кінетичному наближенні.
Циклотронне загасання хвиль.

Тема 7. Методи нагрівання плазми електромагнітними хвилями.

Тема 8. Генерація струмів в плазмі за допомогою нижньогібридних хвиль.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	кон	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль I						
Тема 1. Хвилі в однорідній плазмі без магнітного поля в гідродинамічному наближенні.	14	2	-	-	-	12
Тема 2. Хвилі в однорідній плазмі без магнітного поля в кінетичному наближенні.	16	2	2	-	-	12
Тема 3. Хвилі в обмеженій плазмі.	16	2	2	-	-	12
Тема 4. Методи і засоби збудження електромагнітних хвиль в плазмі.	16	2	2	-	-	12
Разом Модуль I:	62	8	6		-	48
Модуль II.						

Тема 5. Хвилі в однорідній плазмі з магнітним полем в гідродинамічному наближенні.	14	2	2	-	-	10
Тема 6. Хвилі в однорідній плазмі з магнітним полем в кінетичному наближенні.	14	2	2	-	-	10
Тема 7. Методи нагрівання плазми електромагнітними хвилями.	14	2	-	-	2	10
Тема 8. Генерація струмів в плазмі за допомогою нижньогібридних хвиль.	16	2	2	-	-	12
Разом Модуль II:	58	8	6	0	2	42
Усього годин:	120	16	12	0	2	90

Загальний обсяг: 120 год., зокрема: лекцій – 16 год.; практичних/семінарів – 12 год., самостійної роботи – 90 год., консультацій – 2 год.

4. Методи навчання

Онлайн-навчання – застосовано під час карантину та військового стану з застосуванням електронних засобів зв'язку.

E-learning - презентації, презентації з анімацією, відеофільми, онлайн сайти та інше.

Offline-навчання – аудиторне навчання за всіма традиційними формами

Асинхронне навчання –при консультуванні через електронну пошту.

5. Методи контролю Навчальним планом передбачені наступні методи контролю:
Контрольна робота за матеріалами першого та другого модулю
Залік

6. Схема нарахування балів Модуль I.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Сума
Самостійна робота	Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом	
-	60	40	100	100

Модуль II.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання				Залік, (залікова робота)	Сума
Самостійна робота	Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
-	30	10	40	60	100

7. Критерії оцінювання виконання завдань контрольної роботи Модуль 1.

1. Контрольна робота складається з 3 завдань, кожне завдання оцінюється за 20 бальною шкалою.
2. Загальна оцінка виконання контрольної роботи є єдиною оцінкою за виконання всіх завдань роботи.
3. Бали з оцінки кожного завдання знімаються за : – принципові помилки, тобто помилки, що свідчать про нерозуміння сутності проблеми, використання хибних науково-технологічних положень – від 5 до 10 балів;
 - вагомі помилки, тобто помилки, що свідчать про спрощений підхід до розгляду питання та відсутність належного аналізу – від 4 до 7 балів.
 - помилки за неуважністю та неакуратністю, вживання сленгу та ненаукової термінології - від 1 до 4 балів.
4. Виконання контрольної роботи оцінюється сумою балів.

8. Критерії оцінювання виконання завдань роботи Модуль 2.

1. Залікова робота складається з 3 завдань, кожне завдання оцінюється за 10 бальною шкалою.
2. Загальна оцінка виконання залікової роботи є єдиною оцінкою за виконання всіх завдань роботи.
3. Бали з оцінки кожного завдання знімаються за :
 - принципові помилки, тобто помилки, що свідчать про нерозуміння сутності проблеми, використання хибних науково-технологічних положень – від 5 до 10 балів;
 - вагомі помилки, тобто помилки, що свідчать про спрощений підхід до розгляду питання та відсутність належного аналізу – від 4 до 7 балів.
 - помилки за неуважністю та неакуратністю, вживання сленгу та ненаукової термінології - від 1 до 4 балів.
4. Виконання залікової роботи оцінюється сумою балів.

9. Критерії оцінки залікової роботи.

1. Залікова робота складається з 3 завдань, кожне завдання оцінюється за 10 бальною шкалою.
2. Загальна оцінка виконання залікової роботи є єдиною оцінкою за виконання всіх завдань роботи.
3. Бали з оцінки кожного завдання знімаються за :
 - принципові помилки, тобто помилки, що свідчать про нерозуміння сутності проблеми, використання хибних науково-технологічних положень – від 10 до 20 балів;
 - вагомі помилки, тобто помилки, що свідчать про спрощений підхід до розгляду питання та відсутність належного аналізу – від 5 до 10 балів.
 - помилки за неуважністю та неакуратністю, вживання сленгу та ненаукової термінології - від 1 до 5 балів.
4. Виконання залікової роботи оцінюється сумою балів.

10 Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	Для чотирирівневої шкали оцінювання	Для дворівневої шкали оцінювання
90 - 100	відмінно	зараховано
70 - 89	добре	
50 - 69	задовільно	
1 - 49	незадовільно	не зараховано

11. Рекомендована література

Основна література

1. Т. Н. Stix, "The Theory of Plasma Waves," McGraw-Hill, New York, 1962.
2. A.I. Akhiezer, I.A. Akhiezer, R.V. Polovin, A.G. Sitenko, K.N. Stepanov Plasma Electrodynamics, Volume 1: Linear Theory 1975; 431 p; Pergamon Press; New York.
3. Krall, Nicholas A., Trivelpiece, Alvin W Principles of Plasma Physics Publisher San Francisco Pr , 1986
4. А.Г. Загородній, А.І. Момот. Вступ до кінетичної теорії плазми. Київ. Наукова думка, 2015, 415 с.
5. V. L. Ginzburg The Propagation of Electromagnetic Waves in Plasmas. Pergamon Press, 1970 615 p.

Допоміжна література

1. Preinhalter J, Kopeccky V *J. Plasma Phys.* **10** 1 (1973).
2. William P. Allis, Solomon J. Buchsbaum and Abraham Bers Waves in Anisotropic Plasmas. MIT Press, Cambridge, MA, 1963.
3. Nagasaki K, Yanagi N *Plasma Phys. Control. Fusion* **44** 409 (2002).
4. Laqua H P, the W7-AS Team, the ECRH Group *Plasma Phys. Control. Fusion* **41** A273 (1999).
5. High-Frequency Plasma Heating, A.G.Litvak Editor American Institute of Physics, New York, 1992.
6. V.V. Zheleznyakov Radiation in Astrophysical Plasmas. Springer, 1996, 432p.

Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

<https://www.youtube.com/channel/UCfhI84QOrypRN8bYQuUhm-w>
Plasma and Plasma Physics, UKAEA Webinars