НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп’ютерних систем

Кафедра математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету ФРЕКС

___________ Андрій НЕТРЕБА

« ____ » ___________ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДОДАТКОВІ РОЗДІЛИ ФІЗИКИ

для магістрів

галузь знань	**10 Природничі науки**
спеціальність	**105 Прикладна фізика та наноматеріали**
освітній рівень	**магістр**
освітня програма	**Радіофізика та електроніка**
вид дисципліни	**вибіркова**

Форма навчання	**денна**
Навчальний рік	**2023/2024**
Семестри	**2**
Кількість кредитів ECTS	**4**
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**
Форма заключного контролю	**іспит**

Викладачі:
Володимир ВИСОЦЬКИЙ, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математики та теоретичної радіофізики
Микола МАКСЮТА, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20___ н. р. _________(___________) «___» _________20___р.
на 20__/20___н. р. ___________(____________) «___» _________20___р.

КИЇВ – 2023

Розробники:

Володимир ВИСОЦЬКИЙ, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математики та теоретичної радіофізики

Микола МАКСЮТА, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри МТРФ

___________________ Володимир ВИСОЦЬКИЙ

Протокол № 1 від « 5 » вересня 2023 р.

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

Протокол № ___ від « ___ » _____________ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії Сергій РАДЧЕНКО

« ___ » _____________ 2023 р.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – магістри мають ознайомитися та оволодіти сучасними методами теоретичної фізики, зокрема загальними та прикладними проблемами квантової механіки з аналізом можливого застосування в різних галузях високих технологій, а також із основними положеннями теорії гравітації.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна “Додаткові розділи фізики” базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки магістрів, а саме таких математичних курсів: “Математичний аналіз”, “Загальна алгебра”, “Диференціальні рівняння”, ”Методи математичної фізики”, “Теорія ймовірностей”, а також таких курсів теоретичної фізики: “Теоретична механіка”, “Електродинаміка”, “Квантова механіка” та “Статистична фізика та термодинаміка” і курсу “Ядерна фізика і основи астрофізики”.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна “Додаткові розділи фізики” складається з двох частин.

Перша частина курсу “Загальні та прикладні проблеми квантової механіки в науці та сучасних технологіях” присвячена розгляду нових та найбільш актуальних проблем та методів квантової теорії, які зазвичай не включені до складу стандартних загальноосвітніх курсів квантової механіки і які з’явилися відносно недавно і мають великі перспективи для впровадження в наукові дослідження та в розвиток нових наукоємних технологій. До числа таких методів належать, наприклад, метод когерентних корельованих станів та його використання для реалізації ядерних процесів за малої енергії частинок, а також метод інтерференції інтенсивностей хвиль де-Бройля для просторової локації джерел і потоків елементарних частинок (зокрема, нейтрино).

У другій частині курсу “Основи теорії гравітації” у рамках тензорного формалізму та за використанням коваріантного диференціювання тензорних полів виводяться рівняння гравітаційного поля за відсутності та за наявності матерії. За допомогою тотожності Б’янки та рівняння неперервності, записаного в коваріантній формі, виводяться рівняння руху для геодезичних із рівнянь гравітаційного поля. Описується зведення рівнянь Ейнштейна до рівнянь Ньютона у випадку слабких гравітаційних полів і малих швидкостей матеріальних точок. Розглядається розв’язок Шварцшільда і на його основі аналізується явище колапсу. Зокрема, в рамках тензорного коваріантного формалізму вивчаються гравітаційне випромінювання та релятивістська космологія.

4. Завдання (навчальні цілі):

1) надати основні теоретичні відомості з курсу “Додаткові розділи фізики”, які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-магістра за спеціальністю “Прикладна фізика та наноматеріали”;

2) простежити взаємозв’язок об’єктів досліджень “Додаткових розділів фізики” з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв’язання практичних задач;

3) застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення магістрів;

4) Дисципліна спрямована на формування таких програмних компетентностей:

<u>Загальні компетентності:</u>

ЗК 2 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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 6 - Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 7 - Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 8 - Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 14 - Навики здійснення безпечної діяльності.

<u>Фахові компетентності:</u>

ФК 2. Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення

експериментів та лабораторних досліджень.;
ФК 3. Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.;
ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження.;
ФК 5. Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.;
ФК 6. Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту.;
ФК 7. Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах.;
ФК 9. Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.;

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	магістр повинен **знати**:	лекційні та практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 30
1.1	основні поняття та методи прикладного використання сучасної квантової механіки, ядерної фізики та електродинаміки.	лекційні та практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	
1.2	основні поняття та методи основ теорії відносності та теорії гравітації.	лекційні та практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	
2	магістр повинен **вміти**:	лекційні та практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 60
2.1	Застосовувати основні поняття та методи сучасної квантової механіки, ядерної фізики та електродинаміки до розв’язування конкретних фізичних задач, які актуальні в науці та сучасних технологіях	лекційні та практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	
2.2	Застосовувати основні поняття та методи основ теорії гравітації до розв’язування фізичних задач.	лекційні та практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	
3	**комунікація**	лекційні та практичні заняття		до 5
3.1	здатність кваліфіковано проявляти комунікативність як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію.	лекційні та практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	
4	**автономність та відповідальність**	лекційні та практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
4.1	здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв’язання поставленого завдання, здатність самостійно виконувати завдання, розв’язувати практичні задачі та відповідати за результати своєї діяльності			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	**Результати навчання дисципліни**					
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	4.1
ПРН 2. Розуміння технологій та теоретичних та експериментальних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів.	+	+	+			
ПРН 9. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.	+	+	+	+		

ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики.						+
ПРН 11. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, 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 15. Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії.					+	+
ПРН 16. Організовувати результативну роботу індивідуально і як член команди.					+	+
ПРН 17. Об'єктивна самооцінка отриманих результатів та спроможність забезпечувати їх надійність.						+
ПРН 18. Розв'язувати складні наукові, дослідницькі та інженерно-технічні задачі в області прикладної фізики та фізики наноматеріалів, які вимагають поглиблених знань у галузі фізики, математики, комп'ютерних технологій.			+	+		
ПРН 19. Проводити наукові дослідження в галузі прикладної фізики та ефективно використовувати їх результати для вирішення комплексних проблем або вивчення складних явищ на основі інтердисциплінарних знань.			+	+		

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання магістрів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх модульних контрольних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.2 [**знання**] до 30 %;
- результат навчання 2.1 – 2.2 [**вміння**] – до 60%;
- результат навчання 3.1 [**комунікація**] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [**автономність та відповідальність**] – до 5%.

Форми оцінювання магістрів:

- **семестрове оцінювання**: у навчальному семестрі передбачено проведення двох письмових контрольних робіт за матеріалом лекційних занят та результатами практичних занять (МКР-1 по темам 1 – 6 та МКР-2 по темам 7 – 12). Модульна контрольна робота зараховується, якщо магістр за даний модуль набрав не менше 13 балів. За кожну модульну контрольну роботу нараховується максимум по 25 балів. Додатково магістр може отримати до 10 балів за самостіну роботу та за роботу на практичних заняттях. При проведенні лекцій використовується графічний та інформаційний (в тому числі ілюстративний) матеріал, представлений українською та англійською мовами. На практичних заняттях проходить обговорення лекційного матеріалу (як українською, так і англійською мовами) та розгляд конкретних задач, які відносяться до тематики лекцій. За результатами семестрового оцінювання магістр може отримати до 60 балів. Умови допуску до іспиту: магістр повинен мати зарахованими всі модульні контрольні роботи та набрати під час семестру не менше за 36 балів.

- **підсумкове оцінювання у другому семестрі (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 3 питань, перше і друге питання оцінюються по 13 балів, третє – по 14 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 24 бали.

- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання магістром сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Магістри, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 36 балів, для одержання допуску до іспиту обов’язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності магістра з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.2. Організація оцінювання:

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Мін – 36	Макс – 60
Модульна контрольна робота 1	13	25
Домашня робота та робота по темам 1-6	5	5
Модульна контрольна робота 2	13	25
Домашня робота та робота по темам 7-12	5	5

Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання
Модульна контрольна робота 1	квітень
Модульна контрольна робота 2	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота)	травень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які магістр отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль 1 і оцінка за самостійну роботу і роботу на практичних заняттях	Змістовий модуль 2 і оцінка за самостійну роботу і роботу на практичних заняттях	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	**18**	**18**	**24**	60
Максимум	**30**	**30**	**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

№ теми	Назва лекції (тема семінару)	Лекції	Практичні	Самостійна робота
1	Метод інтерференції інтенсивностей для хвиль де-Бройля потоків елементарних частинок (включаючи нейтрино) та некогерентних потоків електромагнітного рентгенівського та гама-випромінювань. Використання методу для 3D-діагностики джерел випромінювання.	2	1	7
2	Вплив квантових характеристик випромінювання рухомих частинок на ефект Доплера в області критичних параметрів.	2	1	7

3	Вплив просторової структури молекул та їх ансамблів на хвильове рівняння та процеси вимушеного випромінювання в конденсованих середовищах.	2	1	7
4	Особливості формування та використання квантово-механічних когерентних корельованих станів частинок в ядерно-атомарних фізичних, астрофізичних та біологічних системах.	2	2	8
5	Квантові та термодинамічні основи процесу формування незатухаючих температурних хвиль у матеріальних середовищах та їх використання для прикладних задач.	2	1	8
6	Механізм реалізації нелінійного кулонівського колапсу комірки Вігнера – Зейтца в об'ємі виродженого електронного газу на основі рівняння Дірака та його прояви при створенні надважких ядер та процесів нейтронізації і протонізації в астрофізиці. Монополь Дірака – гіпотеза, передумови створення і існування та можливі методи реєстрації.	2	1	4
Всього		**12**	**7**	**41**
7	Визначення тензорів. Тензорна алгебра та коваріантне диференціювання.	2	1	6
8	Рівняння гравітаційного поля за відсутності матерії.	2	1	6
9	Рівняння гравітаційного поля за наявності матерії.	2	1	7
10	Виведення рівнянь руху з рівнянь гравітаційного поля. Закон Ньютона.	2	1	7
11	Метрика Шварцшільда. Гравітаційний колапс.	2	1	7
12	Гравітаційне випромінювання та основи релятивістської космології.	2	2	7
Всього		**12**	**7**	**40**
ВСЬОГО ЗА СЕМЕСТР		**24**	**14**	**81**

Загальний обсяг **120** год., у тому числі:
- Лекції **24** год.
- Практичні **14** год.
- Консультація **1** год.
- Самостійна робота **81** год.

9. Рекомендовані джерела.

Література до розділу "Загальні та прикладні проблеми квантової механіки в науці та сучасних технологіях"

Основна

[1] В.І. Висоцький. Квантова механіка та її використання в прикладній фізиці: Підручник. – Київ, Видавництво КНУШ, 2008, 358 с.
[2] І.О. Вакарчук. Квантова механіка. ЛНУ ім. Івана Франка, 2012, 872 с.
[3] В.І. Висоцький, С.А. Дяченко, Г.Ю. Карлаш, В.С. Овечко, О.В. Прокопенко, Н.П. Харченко. Атомна та ядерна фізика в прикладах і запитаннях. Учбовий посібник (за ред. В.І. Висоцького, В.С. Овечка). – Київ, Видавництво КНУШ, 2011, 511 с.

Додаткова

[4] M.V. Vysotskyy, V.I. Vysotskii. The Doppler effect in a medium for radiation sources in motion at extreme conditions. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, v. 252 (2006) pp. 75 – 80.
[5] V.I. Vysotskii, S.V. Adamenko, M.V. Vysotskyy. Acceleration of low energy nuclear reactions by formation of correlated states of interacting particles in dynamical systems. Annals of Nuclear energy, 2013, v.62, pp. 618 – 625.
[6] V.I. Vysotskii, M.V. Vysotskyy. Coherent correlated states and low-energy nuclear reactions in non-stationary systems. European Phys. Journal. A (2013) V.49, issue 8: 99, pp. 1 – 12.
[7] S.V. Adamenko, V.I. Vysotskii. Evolution of annular self-controlled electron-nucleus collapse in condensed targets. Foundations of Physics, V. 34, No. 11 (2004), pp. 1801 – 1831.
[8] S.V. Adamenko, V.I. Vysotskii. Mechanism of synthesis of superheavy nuclei via the process of controlled electron-nuclear collapse. Foundations of Physics Letters, V. 17, No. 3 (2004), pp. 203 – 233.
[9] S.V. Adamenko, V.I. Vysotskii. Neutronization and protonization of nuclei – two possible ways of the evolution of astrophysical objects and the laboratory electron-nucleus collapse. Foundations of Physics Letters, V. 19, No. 1 (2006), pp. 21 – 36.
[10] S.V.Adamenko, V.I. Vysotskii. Experimental observation and analysis of action of light magnetic monopoles on multilayer surfaces. Annales de la Fondation Louis de Broglie, Volume 33, no 1, (2008), pp. 13 – 29.
[11]. V.I.Vysotskii, V.D. Rusov, N.N. Zelentsova, M.V. Vysotskyy, V.P. Smoluar. Correlation Method of 3D-Detection of Distant Sources of Gamma Radiation and Neutrinos by Intensity Interferometry. Nuclear Technology,(2023) 209:5, pp. 716 – 729.
[12]. V.I. Vysotskii, M.V. Vysotskyy. Self-controlled Flashing Nuclear fusion in Stationary Magnetized Low-temperature Plasma. Fusion science and technology, (2023), v. 79:5, pp. 537 – 552.

Література до розділу "Основи теорії гравітації"

Основна
[1] L.D. Landau, E.M. Lifshitz. The Classical Theory of Fields, Oxford – New York – Toronto – Sydney – Braunschweig: PERGAMON PRESS, 1984.
[2] Н.А. Кильчевский, Основы тензорного исчисления с приложениями к механике. Киев: Наукова Думка, 1972.
[3] А. Борисенко, И.Е. Тарапов, Векторный анализ и начала тензорного исчисления. Харьков: Изд. харьковского университета, 1972.
[4] М.В. Максюта, Релятивістські рівняння гравітаційного поля. Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2004.
[5] I. S. Sokolnikoff, Tensor Analysis: Theory and Applications to Geometry and Mechanics of Continua, New York, London, Sydney: John Wiley & Sons, Inc, 1964.

Додаткова
[6] S. Weinberg, Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity, New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc, 1972.
[7] A. Einstein, L. Infeld, The Evolution of Physics, London: Cambridge University by Press Bentley House, Enston Road, 1938.
[8] Richard P. Feynman, Feynman Lectures on Gravitation, Addison-Wesley Publishing Company Advanced Book Program, 1995.
[9] I. Novikov, V. Frolov, Physics of Black Holes, Klewer Academic, Dordrecht [Netherlands], 1989.
[10] Y.B. Zel'dovich and I.D. Novikov, Relativistic Astrophysics, The Structure and Evolution of the Universe (University of Chicago Press, 1983), Vol. 2.
[11] A.H. Guth, "The inflationary universe: A possible solution to the horizon and flatness problems", Phys. Rev. D **23**, 347 (1981).
[12] M.N. Shneider, M. Pekker, Cavitational model of the inflationary stage of Big Bang, Phys. Fluids **33**, 017116 (2021); doi: 10.1063/5.0035458.