

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Додаткові розділи фізики

для студентів

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

галузь знань

10 Природничі науки

спеціальність

105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали

вид дисципліни

обов'язкова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

1

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

екзамен

Викладачі:

Володимир ВИСОЦЬКИЙ, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри математики та теоретичної радіофізики

Микола МАКСЮТА, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

Денис ШЕКА, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.
на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

КИЇВ – 2022

Розробники:

Володимир ВИСОЦЬКИЙ, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри математики та теоретичної радіофізики

Микола МАКСЮТА, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

Денис ШЕКА, доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри математики

та теоретичної радіофізики

_____ Володимир ВИСОЦЬКИЙ

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

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

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Додаткові розділи фізики» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 10 «Природничі науки» зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» програми «Прикладна фізика та наноматеріали».

Дана дисципліна входить у блок обов'язкові навчальні дисципліни.

Викладається у 1 семестрі (1 року навчання) в обсязі 120 год. (4 кредити ECTS) зокрема: лекції – всього 40 год., самостійна робота – 80 год. У курсі передбачено 3 змістових модулів. Підсумковий контроль проводиться у формі іспиту.

1. Мета дисципліни – ознайомлення та оволодіння сучасними методами теоретичної фізики, теоретичними положеннями та основними застосуваннями методів у сучасній радіофізиці.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- Успішне опанування: математичних курсів, зокрема «Математичний аналіз», «Загальна алгебра», «Диференціальні рівняння», «Методи математичної фізики», «Теорія ймовірностей», курсів теоретичної фізики, зокрема, «Теоретична механіка», «Електродинаміка», «Квантова механіка» і «Статистична фізика».

- Знання теоретичних основ зазначених курсів математики та теоретичної фізики.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна складається з трьох частин. У першій частині курсу «Вступ до фізики солітонів» наводиться огляд основних ідей сучасної теорії солітонів, основних солітонних рівнянь, розглядаються приклади солітонів. Розглядаються прямі методи інтегрування солітонних рівнянь, метод оберненої задачі розсіювання, суперсиметрична квантова механіка, закони збереження та інтегрованість солітонних рівнянь. Описано наближені методи теорії солітонів, зокрема, солітонна теорія збурень. Обговорюється задача квантування солітонів.

У другій частині курсу «Основи теорії гравітації» у рамках тензорного формалізму та за використання коваріантного диференціювання тензорних полів виводяться рівняння гравітаційного поля за відсутності та за наявності матерії. За допомогою тотожності Б'янкі 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 Шварцшильда і на його основі аналізується явище колапсу.

Третя 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, а з'явилися відносно недавно 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, а також метод інтерференції інтенсивностей хвиль де-Бройля для просторової локації джерел і потоків елементарних частинок (зокрема, нейтріно).

4. Завдання (навчальні цілі):

- надати основні теоретичні відомості курсу «Додаткові розділи фізики», які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-магістра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».

- простежити взаємозв'язок об'єктів досліджень «Додаткових розділів фізики» з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних задач;

- застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення студентів;

- прищепити вміння розв'язувати прикладні задачі методами теоретичної фізики.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

Загальні компетентності:

- 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.

Фахові компетентності:

- 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 проєктах
- 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	студент повинен знати :	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 30
1.1	основні поняття та методи фізики солітонів	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	10
1.2	основні поняття та методи основ теорії гравітації	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	10
1.3	основні поняття та методи сучасної квантової механіки	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	10
2	студент повинен вміти :	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 30
2.1	Застосовувати основні поняття та методи фізики солітонів до розв'язування фізичних задач	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	20
2.2	Застосовувати основні поняття та методи основ теорії гравітації до розв'язування фізичних задач	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	20
2.3	Застосовувати основні поняття та методи сучасної квантової механіки до розв'язування конкретних фізичних задач, які актуальні в науці та сучасних технологіях	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	20
3	комунікація	лекційні заняття		до 5
3.1	здатність кваліфіковано проявляти комунікативність як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	
4	автономність та відповідальність	лекційні 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	1.3	2.1	2.2	2.3	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.	+	+	+	+	+	+		

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: 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 студентів:

семестрове оцінювання: у навчальному семестрі передбачено проведення трьох письмових контрольних робіт за матеріалом лекційних занять (МКР-1, МКР-2 і МКР-3). Модульна контрольна роботи зараховується, якщо студент за даний модуль набрав не менше 12 балів. За кожен модульну контрольну роботу нараховується максимум по 20 балів. По результатах семестрового оцінювання студент може отримати до 60 балів. Умови допуску до іспиту: студент 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 заіспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки задисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою 24бали.

умови допуску до підсумкового іспиту: умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Студенти, 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 студента 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 – 12	Макс – 20
Модульна контрольна робота 1	12	20
Модульна контрольна робота 2	12	20
Модульна контрольна робота 3	12	20

Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання
Модульна контрольна робота 1	жовтень
Модульна контрольна робота 2	листопад
Модульна контрольна робота 3	грудень
Добір балів/додаткова контрольна робота	грудень
Іспит	грудень

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	12	12	12	24	60
Максимум	20	20	20	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

№ п/п	Назва теми	У тому числі	
		Лекції	Самостійна робота
Змістовий модуль 1. Вступ до фізики солітонів			
1.	Солітони: концепція солітону, основні солітонні рівняння, приклади солітонів	2	4
2.	Прямі методи інтегрування солітонних рівнянь	2	4
3.	Обернена задача розсіяння і суперсиметрична квантова механіка	2	4
4.	Метод оберненої задачі розсіяння в теорії солітонів	2	5
5.	Рівняння синус Гордон	2	4
6.	Солітонна теорія збурень	2	5
7.	Квантування солітонів	2	5

	Всього за модулем:	14	31
Змістовий модуль 2. Основи теорії гравітації			
8.	Тензорний формалізм	2	3
9.	Коваріантне диференціювання	2	3
10.	Рівняння гравітаційного поля за відсутності матерії	2	3
11.	Рівняння гравітаційного поля за наявності матерії	2	3
12.	Виведення рівнянь руху з рівнянь гравітаційного поля. Закон Ньютона	2	3
13.	Метрика Шварцшільда. Гравітаційний колапс	2	3
	Всього за модулем:	12	18
Змістовий модуль 3. Загальні та прикладні проблеми квантової механіки в науці та сучасних технологіях			
14.	Метод інтерференції інтенсивностей для хвиль де-Бройля та некогерентних потоків електромагнітного випромінювання	2	4
15.	Вплив квантових характеристик випромінювання частинок на ефект Доплера в області критичних параметрів	2	4
16.	Вплив просторової структури ядер, атомів, молекул та їх ансамблів на хвильове рівняння та процеси вимушеного випромінювання в конденсованих середовищах	2	4
17.	Особливості формування та використання квантово-механічних когерентних корельованих станів частинок в ядерно-атомарних системах.	2	4
18.	Квантові та термодинамічні основи процесу формування незатухаючих температурних хвиль в матеріальних середовищах	2	5
19.	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 та протонізації в астрофізиці	2	5
20.	Монополь Дірака – гіпотеза, передумови створення і існування та можливі методи реєстрації	2	5
	Всього за модулем:	14	31
	Всього	40	80

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
 Лекції **40** год.
 Самостійна робота **80** год.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Веб-сторінка курсу: <https://matphys.rpd.univ.kiev.ua/courses/physical-courses/additional-chapters-for-theoretical-physics/>

Література до розділу «Вступ до фізики солітонів»

Основна

1. Alwyn Scott. Nonlinear Science Emergence and Dynamics of Coherent Structures, Oxford University Press (2003).
2. R.K. Dodd, J.C. Eilbeck, J.D. Gibbon, H.C. Morris, Solitons and Nonlinear Wave Equations, Academic Press (1984).

Додаткова

3. A. Newell, Solitons in Mathematics and Physics (1985).
4. R. Rajaraman, Solitons and Instantons: An Introduction to Solitons and Instantons in Quantum Field Theory, Amsterdam: North-Holland (1989).
5. S. Novikov, S.V. Manakov, L.P. Pitaevskii, V.E. Zakharov, Theory of Solitons: The Inverse Scattering Method, Springer (1984).
6. K. Lonngren, A. Scott, Solitons in action, Academic Press (2012).

Література до розділу «Основи теорії гравітації»

Основна

1. A. Newell, Solitons in Mathematics and Physics (1985).
2. R. Rajaraman, Solitons and Instantons: An Introduction to Solitons and Instantons in Quantum Field Theory, Amsterdam: North-Holland (1989).
3. S. Novikov, S.V. Manakov, L.P. Pitaevskii, V.E. Zakharov, Theory of Solitons: The Inverse Scattering Method, Springer (1984).
4. K. Lonngren, A. Scott, Solitons in action, Academic Press (2012).

Додаткова

5. S. Weinberg, Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity, New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc, 1972.
6. A. Einstein, L. Infeld, The Evolution of Physics, London: Cambridge University by Press Bentley House, Enston Road, 1938.

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. Vysotskyu, 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. Vysotskyu. Acceleration of low energy nuclear reactions by formation of correlated states of interacting particles in dynamical systems. Annals of Nuclear energy, 2013, v.62, p.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, p. 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), p. 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), p. 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), p. 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, p. 13-29.