

# 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

галузь знань	<b>10 Природничі науки</b>
спеціальність	<b>105 Прикладна фізика та наноматеріали</b>
освітній рівень	<b>магістр</b>
освітня програма	<b>Радіофізика та електроніка</b>
вид дисципліни	<b>обов'язкова</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2022/2023</b>
Семестри	<b>2</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>4</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

#### 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

Денис ШЕКА, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**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

**Денис ШЕКА**, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Зав. 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 р.

## 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 2 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 модулі. 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 Шварцшільда 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 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, а також метод інтерференції інтенсивностей хвиль де-Бройля для просторової локації джерел і потоків елементарних частинок (зокрема, нейтріно).

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- 1) 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».
- 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 студентів;
- 4) прищепити вміння розв'язувати прикладні задачі методами теоретичної фізики.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

ЗК-1 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-5 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК-6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК-11 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ФК-2 Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для виконання інженерних робіт або проведення науково-технічних розробок (матеріали, апаратура, обладнання, обчислювальна техніка та інше)

ФК-3 Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти

ФК-5 Здатність самостійно опановувати нову апаратуру та технології, в тому числі із суміжних галузей, для розв'язання виробничих задач

### 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>	студент повинен <b>знати</b> :	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
<b>2</b>	студент повинен <b>вміти</b> :	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
<b>3</b>	<b>комунікація</b>	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	5
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність</b>	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	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	5

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін, які не входять до блоків спеціалізації)**

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
	Програмні результати навчання (назва)							
ПРН 1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень, інженерно-технічних робіт на виробничих, науково-технічних, конструкторських, сервісних ділянках тощо.	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН 2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.	+	+	+	+	+	+		+
ПРН 4. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН 6. Коректно формулювати висновки у вигляді умов, критеріїв, числових оцінок, перевіряти, апробувати та представляти їх у аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.				+	+	+	+	+

**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 кожну 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 першому 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 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	березень
Модульна контрольна робота 2	квітень
Модульна контрольна робота 3	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота	травень
Іспит	травень

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
<b>Максимум</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

## 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

№ п/п	Назва теми	У тому числі	
		Лекції	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. Вступ до фізики солітонів</b>			
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 Ґордон	2	4
6.	Солітонна теорія збурень	2	5
7.	Квантування солітонів	2	5
	<b>Всього за модулем:</b>	<b>14</b>	<b>31</b>

<b>Змістовий модуль 2. Основи теорії гравітації</b>			
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
	<b>Всього за модулем:</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
<b>Змістовий модуль 3. Загальні та прикладні проблеми квантової механіки в науці та сучасних технологіях</b>			
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
	<b>Всього за модулем:</b>	<b>14</b>	<b>31</b>
	<b>Всього</b>	<b>40</b>	<b>80</b>

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій – **40 год.**

Самостійна робота - **80 год.**

## 9. Рекомендовані літературні джерела:

### Література до розділу «Вступ до фізики солітонів»

#### Основна

- [1] Веб-сторінка курсу: <https://matphys.rpd.univ.kiev.ua/courses/physical-courses/additional-chapters-for-theoretical-physics/>
- [2] Э. Скотт. Нелинейная наука: рождение и развитие когерентных структур. М.: Физматлит. 2007. (Глава 3. УРАВНЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОГО СОЛИТОНА, Глава 6. МЕТОДЫ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ РАССЕЙЯНИЯ, Глава 7. ТЕОРИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ)
- [3] Р. Додд, Д. Эйлбек, Д. Гиббон та Х. Моррис, Солитоны и нелинейные волновые уравнения (М.: Мир, 1988).
- [4] Новокшенов В.Ю. Введение в теорию солитонов (Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002)
- [5] Новиков С.П. (ред.) Теория солитонов: метод обратной задачи, 1980.
- [6] Лонгрен К., Скотт Э. (ред.) Солитоны в действии (М.: Мир, 1981).

#### Додаткова

- [7] Ньюэлл А. Солитоны в математике и физике 1989.
- [8] Раджараман Р. Солитоны и инстантоны в квантовой теории поля 1985.
- [9] Н. А. Кудряшов, Аналитическая теория нелинейных дифференциальных уравнений (Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004).
- [10] Захарьев Б., Чабанов В. Послушная квантовая механика ИКИ, 2002.
- [11] Alwyn Scott. Nonlinear Science Emergence and Dynamics of Coherent Structures, Oxford University Press (2003).

### Література до розділу «Основи теорії гравітації»

#### Основна

- [1] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. М.: Наука, 1988.
- [2] Ю.С. Владимиров. Классическая теория гравитации. М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 264 с.
- [3] Н.А. Кильчевский Основы тензорного исчисления с приложениями к механике. Киев: Наукова Думка, 1972. [
- [4] А. Борисенко, И.Е. Тарапов, Векторный анализ и начала тензорного исчисления. Харьков: Изд. харьковского университета, 1972.
- [5] И.С. Сокольников, Тензорный анализ. М.: Наука, 1988.
- [6] П.К. Рашевский, Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: Наука, 1967.
- [7] М.В. Максюта, Релятивістські рівняння гравітаційного поля. Київ: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2004.

#### Додаткова

- [8] Мак-Коннел А. Дж., Введение в тензорный анализ с применениями к геометрии, механике и физике, М.: Физматгиз, 1963.
- [9] С. Вайнберг. Гравитация и космология. Волгоград: Платон, 2000.
- [10] В.П. Визгин, Релятивистская теория тяготения. М.: Наука, 1981.
- [11] А. Пайс, Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989.
- [12] А. Эйнштейн, Л. Инфельд, Эволюция физики. . М.: Наука, 1965.



## 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.
- [2] П. А. М. Дирак, Принципы квантовой механики. М.: Наука, 1979.
- [3] І.О. Вакарчук, Квантова механіка. ЛНУ ім. Івана Франка, 2012.
- [4] С. Коулмен. Магнитный монополюль – пятьдесят лет спустя // УФН, Т. 144, 1984, с. 277 – 300.
- [5] А.А. Соколов, И.М. Тернов, Релятивистский электрон. М.: Наука, 1974.

### Додаткова

- [6] В.В. Додонов, В.И. Манько. Инварианты и коррелированные состояния нестационарных квантовых систем. Труды ФИАН, Т.183, 1988, с. 71 – 175.
- [7] 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.
- [8] 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, V.62, 2013, pp. 618 – 625.
- [9] V.I. Vysotskii, M. V. Vysotskyu. Coherent correlated states and low-energy nuclear reactions in non stationary systems. European Phys. Journal. A, V.49, 2013, issue 8: 99, pp.1 – 12.
- [10] V.I. Vysotskii, A.O. Vasilenko, V.B. Vasilenko. Generation and propagation of undamped temperature waves under pulse action on a target surface, Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, V. 8(2), 2014, pp. 367 – 373.
- [11] 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. [12] 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.
- [13] 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.
- [14] S.V.Adamenko, V.I. Vysotskii. Surface channeling of magnetic-charged particles on multilayer surface. Intern. Journal of Modern Physics, V.A25, 2010, pp.118-127.