КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра електрофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

____________ Андрій НЕТРЕБА

« ____ » ___________ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вибрані розділи квантової радіофізики

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	**вибіркова**

форма навчання	денна
навчальний рік	2024/2025
семестр	4
кількість кредитів ECTS	4
мова викладання	англійська
форма заключного контролю	залік

Викладач:
Михайло ВИСОЦЬКИЙ, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики

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

на 20__/20__ н. р. ___________ (_______________) « ___ » _________ 20__ р.

Розробник:
Михайло ВИСОЦЬКИЙ, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри електрофізики

________________Сергій САВЕНКОВ

Протокол № __ від « ___ » __________ 20__ р.

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

Протокол № ___ від « ___ » _____________ 20__ р.

Голова науково-методичної комісії Сергій РАДЧЕНКО

« ___ » _____________ 20__ р.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – вдосконалення знань з квантової радіофізики, отриманих студентами під час навчання в бакалавраті, на прикладі реальних проблем, що стоять зараз перед наукою та вирішуються різним чином у різних галузях фізики. Оволодіння знаннями, що дозволять студентам більш цілісно розуміти стан сучасної фізики та основні проблеми, які лежать перед наукою у різних галузях досліджень, ознайомлення з найбільш сучасними результатами головних наукових коллаборацій світу (проекти LHC, ITER, LIGO тощо). Поєднання цих знань у єдину комплексну структуру, що дозволяє краще зрозуміти взаємодію і взаємозв'язки між різними проблемами сучасної фізики.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки магістра.

Студент повинен знати: основи квантової механіки, елктродинаміки, атомної та ядерної фізики, фізики твердого тіла.

Студент повинен вміти: самостійно працювати з фаховою англомовною літературою.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Вибрані розділи квантової радіофізики» належить до переліку дисциплін вільного вибору студентів. Вона забезпечує поглиблене знайомство з найбільш актуальними проблемами, які стоять зараз перед радіофізикою і дотичними дисциплінами, та можливими шляхами їх розв'язання, а також найбільшими досягненнями фізики, отриманими в останні роки. Розглядаються такі розділи фізики, як астрономія та космологія (проблема темної матерії та темної енергії, гравітаційні хвилі), матеріалознавство (створення штучних метаматеріалів та лівих середовищ, графен та інші двовимірні середовища, високотемпературна надпровідність), фізика елементарних частинок та високих енергій (стандартна модель та бозон Хігса, нейтринні осциляції), енергетика (перспективи використання та проблеми термоядерного синтезу), створення нових технологій (сплутані квантові стани, квантова телепортація, квантові обчислення), методи охолодження до наднизьких температур, тощо. Викладання ведеться англійською мовою.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі)

- Надати основні відомості щодо найбільш актуальніх проблем, що стоять перед наукою та вирішуються у різних галузях фізики.
- Узагальнити та розширити поняття різних курсів теоретичної фізики, продемонструвати застосування відомих теоретичних знань до найбільш актуальних проблемами, які стоять зараз перед фізикою і дотичними дисциплінами.
- Навчити застосовувати знання, уміння, навички до реальних проблем, які стоять перед фізикою, розвивати логічне та аналітичне мислення студентів.
- Ознайомити з сучасною англомовною літературою з найбільш актуальних проблем фізики.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК 7. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні
- ЗК 12. Навички міжособистісної взаємодії.
- ЗК 14. Навики здійснення безпечної діяльності.

Фахові компетентності:

- ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження.
- ФК 7. Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах.
- ФК 11. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання *підсумкова контрольна робота*	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
	Знати:			до 40
1.1	Загальні фізичні основи принципів лазерного охолодження до наднизьких температур, надпровідності	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
1.2	Фізичні основи нейтринних осциляцій та принцип дії детекторів нейтрино	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
1.3	Основи явища квантової заплутаності та її застосування	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
1.4	Проблеми та перспективи створення джерел енергії на основі термоядерного синтезу	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
1.5	Основи космології: головні поняття про темну матерію та лямда–CDM модель	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
1.6	Основи будови графен та інших 2-вимірних матеріалів, принцип створення та властивості метаматеріалів	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
1.7	Основні поняття про теорію відносності та гравітаційні хвилі	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
1.8	Поняття про бозон Хіггса та калібрувальні теорії	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
	Вміти:			до 30
2.1	Застосовувати відомі знання з теоретичної фізики до реальних проблем, що стоять перед сучасною наукою	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	15
2.2	Визначити найбільш проблемні місця технології та пропонувати можливі шляхи їх вирішення	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	15
	Комунікація:			до 15
3.1	вести теоретичний дискурс щодо актуальних питань сучасної квантової радіофізики	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
3.2	використовувати знання іноземних мов для аналізу інформаційних інтернет-ресурсів, читання новітньої літератури для підготовки до семінарських занять та написання самостійних робіт	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
3.3	презентувати результати проведених досліджень та здійсненої самостійної роботи у вигляді доповідей, повідомлень, есе, презентацій, конспектів	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
	Автономність та відповідальність:			до 15
4.1	самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	*Лекція*	*самостійна робота, усна відповідь, ПКР*	5
4.2	виробляти критичне відношення до існуючих варіантів інтерпретації і вирішення моральних дилем, професійних проблем і конфліктів, в сучасних практиках професійної діяльності; формувати власні підходи до вирішення даної проблематики	*Лекція*	*усна відповідь, дискусії, самостійна письмова робота, ПКР*	5
4.3	усвідомлювати відповідальність за достовірність, об’єктивність отриманих висновків стосовно проведених досліджень і пояснень щодо академічної доброчесності	*Лекція*	*усна відповідь, дискусії, самостійна письмова робота*	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни															
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+	+	+	+	+	+	+							+	
ПРН 9. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.									+	+						
ПРН 14. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами.											+	+	+	+	+	+
ПРН 16. Організовувати результативну роботу індивідуально і як член команди.									+	+				+	+	+
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

Контроль знань здійснюється за системою ECTS, яка передбачає дворівневе оцінювання засвоєного матеріалу. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1-1.6 (**знання**) - до 40%;
- результати навчання 2.1-2.5 (**вміння**) - до 30%;
- результати навчання 3.1-3.3 (**комунікація**) - до 15%;
- результати навчання 4.1-4.3 (**автономність та відповідальність**) - до 15%.

Форми оцінювання:

Семестрове оцінювання: після завершення теми №4 проводиться перша письмова модульна контрольна робота, після завершення теми №8 проводиться друга письмова модульна контрольна робота. Обов’язковим для допуску до заліку є: написання першої модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12, другої не менше 10 та виступу з доповіддю на семінарі. Крім того, оцінюється самостійна робота студентів (написання есе, аналітичних оглядів рекомендованої літератури, презентацій)

Підсумкове оцінювання (у формі заліку): форма заліку письмово-усна. Залікова контрольна складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за залік не може бути меншою **24 балів.**

Умови допуску до заліку: умовою допуску до заліку є отримання студентом не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до заліку обов’язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті».

При простому розрахунку отримуємо:

	Семестрова кількість балів	**Підсумкова контрольна робота**	**Підсумкова оцінка з дисципліни**
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.2 Організація оцінювання:

Семестрова робота		Семестрова кількість балів	
		Min - 36 бали	Max - 60 балів
Аудиторна робота: усна відповідь на лекційному занятті, доповнення, участь в дискусіях	До теми: 1-8 протягом семестру, згідно з графіком навчальних занять. У разі відсутності студента на занятті, теми необхідно відпрацювати в усній формі (за наявності конспекту підготовки)	«2» х 5 = 10	«4» х 5 = 20
Контроль залишкових знань: письмове тестування за матеріалами лекційного заняття	До теми: 1-8 в другій половині семестру, згідно з графіком навчальних занять. У разі відсутності студента на занятті, тести необхідно відпрацювати за допомогою системи Moodle	«12» х 1 + «10» х 1 = 21	«14» х 1 + «12» х 1 = 25
Самостійна робота	До тем 1-8 , самостійна робота (Додаток самостійної роботи студента)	«1» х 5 = 5	«3» х 5 = 15
Підсумкова контрольна робота	До тем 1-8	«24» х 1 = 24	«40» х 1 = 40
Підсумкова оцінка з дисципліни		60	100

Оцінювання за формами контролю:

Усна відповідь:

4 бали – студент у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст поставленого завдання, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу;

3 бали – у достатньому обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно його викладає, але може не вистачати аргументації в поясненнях, в основному розкриває зміст поставленого завдання, використовує обов'язкову літературу. Допускаються несуттєві неточності;

2 бали – в цілому володіє навчальним матеріалом, але не демонструє глибини знань, не спирається на необхідну навчальну літературу, Має у відповіді суттєві неточності;

1 бал – не в повному обсязі володіє матеріалом, фрагментарно та поверхово його викладає, недостатньо розкриває зміст поставлених питань. Має суттєві помилки у відповіді.

Доповнення / дискусія:

3 бали – доповнення змістовне, ґрунтовне, конструктивно доповнює обговорення теми,

2 бали – доповнення змістовне,

1 бал – доповнення містить інформацію, що суттєво не розширює дискусію.

Самостійна робота:

3 бали – у повному обсязі володіє обраним матеріалом, вільно та аргументовано його презентує, глибоко та всебічно розкриває суть обраної теми, демонструє самостійність аналізу;

2 бали – у достатньому обсязі володіє матеріалом, вільно його презентує, але може не вистачати аргументації в поясненнях, в основному розкриває зміст поставленого завдання, демонструє самостійність та достовірність проведеного дослідження. Допускаються несуттєві неточності;

1 бал – в цілому володіє навчальним матеріалом, але не демонструє глибини знань, самостійності в інтерпретації тематики, робота містить суттєві недоліки.

Підсумкова контрольна робота:

40-31 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст поставленого завдання, правильно інтерпретує отримані результати, використовує обов'язкову та додаткову літературу, демонструє самостійність, достовірність, незаангажованість проведеного дослідження / письмової роботи

30-21 балів – у достатньому обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно його викладає, але може не вистачати аргументації в поясненнях, в основному розкриває зміст поставленого завдання, використовує обов'язкову літературу, демонструє самостійність та достовірність проведеного дослідження / письмової роботи. Допускаються несуттєві неточності.

20-11 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом, але не демонструє глибини знань, самостійності у вирішені поставлених завдань, не спирається на необхідну навчальну літературу, робота містить суттєві неточності.

10-0 балів – не в повному обсязі володіє матеріалом, фрагментарно та поверхово його викладає, недостатньо розкриває зміст поставлених питань. Має суттєві помилки в роботі. Демонструє несамостійність у виконанні завдань. Орієнтований графік оцінювання:

	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	березень
Виступ на семінарі	лютий-травень
Виконання студентами самостійних робіт	березень-травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	травень
Залік	Згідно з графіком сесії

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Passed	60-100%
Не зараховано / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і семінарських занять

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
	Частина 1. Матеріаловедення			
1	**Тема 1.** Нейтринні осциляції та детектори нейтрино.	4		10
2	**Тема 2**. Лазерне охолодження до наднизьких температур, надпровідність.	4	2	10
3	**Тема 3**. Квантова заплутаність та її застосування.	2	2	10
4	**Тема 4** Термоядерний синтез: проблеми та перспективи.	4	2	10
	Частина 2. Елементи електроніки			
5	**Тема 5.** Графен та інші 2-вимірні матеріали, метаматеріали.	4		10
6	**Тема 6.** Гравітаційні хвилі.	2	2	10
7	**Тема 7.** Бозон Хіггса та калібрувальні теорії	2		10
8	**Тема 8**. Темна матерія та лямда–CDM модель	4	2	10
9	***Підсумкова контрольна робота***		2	
10	**Консультації**			1
Всього		**26**	**12**	**81**

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
Лекції **26** год.
Практичні **12** год.
Консультації **1** год.
Самостійна робота **81** год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. G. Bellini, L. Ludhova, G. Ranucci, F.L. Villante. Neutrino oscillations. — 2013. — arXiv:1310.7858.

2. A. Aspect; E. Arimondo; R. Kaiser; N. Vansteenkiste; C. Cohen-Tannoudji (1988). Laser Cooling below the One-Photon Recoil Energy by Velocity-Selective Coherent Population Trapping. Phys. Rev. Lett. 61: 826–829. Bibcode: 1988 PhRvL..61..826A. doi:10.1103/PhysRevLett.61.826.

3. R. Horodecki, P. Horodecki, M. Horodecki, and K. Horodecki. Quantum entanglement. Rev. Mod. Phys., 81, 865 (2009).

4. Dean, Stephen O.. Search for the Ultimate Energy Source: A History of the U.S. Fusion Energy Program. Springer Science & Business Media. ISBN 978-1-4614-6037-4.

5. Michael Tinkham. Introduction to Superconductivity (2nd ed.). Dover Books. ISBN 978-0-486-43503-9.

6. "Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC". Physics Letters B. 716 (2012): 1–29. 2012. arXiv:1207.7214. Bibcode:2012 PhLB..716....1A. doi:10.1016/j.physletb.2012.08.020.

7. Sanders R. H. The Dark Matter Problem: A Historical Perspective. — Cambridge University Press, 2010.

Додаткові джерела:

8. Clery, Daniel. A Piece of the Sun: The Quest for Fusion Energy. The Overlook Press. pp. 1–. ISBN 978-1-4683-1041-2.

9. Michio Kaku. Physics of the Impossible. ISBN 978-5-91671-024-3.

10. Warner J. H., Schäffel F., Bachmatiuk A., Rümmeli M. H. Graphene: Fundamentals and emergent applications. — Elsevier, 2013. — 470 p. — ISBN 978-0-12-394593-8.