

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
Навчально-науковий фізико-технологічний інститут  
Кафедра теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського

**СИЛАБУС**  
**вибіркового освітнього компонента**  
**КВАНТОВА СТАТИСТИЧНА МЕХАНІКА**

|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>підготовки</b>                    | Магістра                 |
| <b>спеціальності</b>                 | 104 Фізика та астрономія |
| <b>освітньо-професійної програми</b> | Фізика та астрономія     |

Луцьк – 2024

**Силабус вибіркового освітнього компонента «КВАНТОВА СТАТИСТИЧНА МЕХАНІКА»** підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти, галузі знань – 10 Природничі науки, спеціальності – 104 Фізика та астрономія, за освітньою-професійною програмою – «Фізика та астрономія».

**Розробник:** Шигорін Павло Павлович, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського.

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми:



доц. Сахнюк В.Є.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А. В. Свідзинського**  
протокол № \_1\_ від \_29 серпня\_ 2024 р.

Завідувач кафедри



доц. Сахнюк В.Є.



## I. Опис освітнього компонента

| Найменування показників           | Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень                                         | Характеристика освітнього компонента |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Денна форма навчання              | 10 – Природничі науки,<br>104 Фізика та астрономія,<br>Фізика та астрономія<br><br>Другий(магістерський)<br>рівень | Вибіркова                            |
| Кількість годин/кредитів<br>120/4 |                                                                                                                    | Рік навчання <u>1</u>                |
|                                   |                                                                                                                    | Семестр <u>1</u>                     |
|                                   |                                                                                                                    | Лекції <u>10 год</u>                 |
|                                   |                                                                                                                    | Практичні <u>14 год</u>              |
|                                   |                                                                                                                    | Самостійна робота <u>88 год</u>      |
|                                   |                                                                                                                    | Консультації <u>8 год</u>            |
|                                   |                                                                                                                    | Форма контролю: <u>залік</u>         |
| Мова навчання                     |                                                                                                                    | українська                           |

## II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові

[Шигорін Павло Павлович](#)

Науковий ступінь

доцент

Вчене звання

кандидат фізико-математичних наук

Посада

доцент

e-mail

[Shygorin.Pavlo@vnu.edu.ua](mailto:Shygorin.Pavlo@vnu.edu.ua)

Дні занять (посилання на електронний розклад)

<http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi>

## III. Опис освітнього компонента

### 1. Анотація курсу

Квантова статистична механіка є сучасною мовою опису конденсованого стану речовини. Її методи лежать в основі мікроскопічного дослідження макроскопічних властивостей речовини.

### 2. Мета і завдання освітнього компонента

Метою освітнього компонента «Квантова статистична механіка» є формування у здобувачів освіти фундаментальних знань про сучасні методи квантової механіки в теорії багаточастинкових систем, а також здобуття навичок застосування методів квантової статистичної механіки до опису фізичних явищ у конденсованих середовищах.

Головні завдання освітнього компонента «Квантова статистична механіка»:

- 1) розвинути у здобувачів освіти здатність використовувати закони та принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ;
- 2) розвинути здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики конденсованого стану;
- 3) навчити здобувачів освіти здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.

### 3. Програмні результати навчання та компетентності

У процесі вивчення даного освітнього компонента здобувачі набувають наступних компетентностей:

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

СК01. Здатність використовувати закони та принципи фізики та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

СК05. Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та/або астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та/або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.

У результаті вивчення даного курсу будуть реалізовані програмні результати навчання:

РН02. Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.

РН04. Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних та/або астрономічних досліджень і оцінювання їх достовірності.

РН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.

РН10. Відшуковувати інформацію і дані необхідні для розв'язання складних задач фізики та/або астрономії, використовуючи різні джерела, зокрема, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отриману інформацію та дані.

РН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики та/або астрономії для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.

РН13. Створювати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі природних об'єктів та явищ, перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, аналізувати обмеження.

### 4. Перелік тем, завдань та термінів виконання

| Назви змістових модулів і тем                                                       | Усього | Лекції | Практ. | Сам. робота | Конс. | *Форма контролю /Бали | Терміни виконання |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|-------------|-------|-----------------------|-------------------|
| <b>Змістовий модуль 1</b>                                                           |        |        |        |             |       |                       |                   |
| <b>Тема 1.</b> Метод вторинного квантування                                         | 28     | 2      | 4      | 20          | 2     | РЗ/20                 | Згідно розкладу   |
| <b>Тема 2.</b> Метод функціонального інтегрування в теорії систем багатьох частинок | 21     | 2      | 2      | 16          | 1     | РЗ/14                 | Згідно розкладу   |
| <b>Тема 3.</b> Термодинамічна теорія збурень. Теорема Віка.                         | 21     | 2      | 2      | 16          | 1     | РЗ/14                 | Згідно розкладу   |
| <b>Тема 4.</b> Метод функцій Гріна в теорії систем багатьох частинок                | 28     | 2      | 4      | 20          | 2     | РЗ/18                 | Згідно розкладу   |
| <b>Тема 5.</b> Метод квазісередніх в теорії фазових переходів                       | 22     | 2      | 2      | 16          | 2     | РЗ/14                 | Згідно розкладу   |
| <b>Контрольна робота</b>                                                            |        |        |        |             |       | Т/20                  | 14-ий н/т         |

|                           |            |           |           |           |          |            |  |
|---------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|--|
| <b>Разом за модулем 1</b> | <b>120</b> | <b>10</b> | <b>14</b> | <b>88</b> | <b>8</b> | <b>100</b> |  |
| <b>Всього годин/балів</b> | <b>120</b> | <b>10</b> | <b>14</b> | <b>88</b> | <b>8</b> | <b>100</b> |  |

\*Форма контролю: РЗ – розв’язування задач, Т – тести.

## 5. Завдання для самостійного опрацювання

| № з/п | Тема                                                                              | Кількість годин |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Варіаційний принцип Боголюбова в теорії надпровідності                            | 10              |
| 2     | Представлення статистичної суми надпровідника у вигляді функціонального інтегралу | 12              |
| 3     | Діаграми Файнмана                                                                 | 10              |
| 4     | Квазікласичні рівняння в теорії надпровідності                                    | 12              |
| 5     | Теорія спонтанного упорядкування спінових магнітних моментів ферромагнетика       | 10              |
|       | <b>Разом</b>                                                                      | <b>64</b>       |

## IV Політика оцінювання

### Політика викладача щодо студента

Для одержання високого рейтингу необхідно виконувати наступні умови: – не пропускати навчальні заняття, не спізнюватися на них та не займатися сторонніми справами на заняттях;

- чітко й вчасно виконувати навчальні завдання та завдання для самостійної роботи;
- виключати мобільний телефон під час занять і під час контролю знань;
- брати участь у контрольних заходах (поточний, підсумковий та контроль самостійної роботи).

Бали поточного контролю за кожен тему визначаються оцінкою за виконане домашнє завдання. Максимальною кількістю балів оцінюється робота виконана правильно із докладними поясненнями, вчасно і самостійно.

Роботи, які містять ознаки плагіату оцінюються нульовим балом.

Згідно Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки від 29.06.2022 р. ([https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022\\_Viznannya\\_rezultativ\\_VNU\\_im\\_L.U.\\_red.pdf](https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022_Viznannya_rezultativ_VNU_im_L.U._red.pdf)) здобувачеві освіти можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

У даному курсі передбачено заохочувальні бали за наукову діяльність студента у галузі фізики конденсованого стану, які становлять у сумі не більше +10 балів. За публікацію тез доповідей на конференції додатково нараховується +5 балів, за публікацію статті у фаховому виданні +10 балів.

### Політика щодо академічної доброчесності

Прослуховуючи цей курс, Ви погодились виконувати положення принципів академічної доброчесності:

- виконувати усі поточні завдання та підсумковий контроль самостійно без допомоги сторонніх осіб;
- списування під час контрольних заходів (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв) заборонено;
- надавати для оцінювання лише результати власної роботи;

- не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити Ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів;
- не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись Кодексу академічної доброчесності ВНУ (<http://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/Kodeks-akademichnoyi-dobrochesnosti.pdf>), і розуміють, що за його порушення несуть особисту відповідальність.

### **Політика щодо дедлайнів та перескладання**

Домашня робота вважається виконаною вчасно, якщо викладач отримав її рукопис або електронний варіант не пізніше 23:59 останньої доби перед початком наступного практичного заняття. Роботи одержані із запізненням оцінюються зі штрафом з розрахунку -20% балів за одну добу.

Студент має право оскаржити результати оцінювання його діяльності шляхом написання листа на ім'я директора інституту, у якому аргументовано вказано з яким значенням оцінки його діяльності він не погоджується.

### **V. Підсумковий контроль**

Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Оцінювання відбувається згідно Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів ВНУ імені Лесі Українки ([https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2023-09/2023\\_Polozh\\_pro\\_otzin.pdf](https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2023-09/2023_Polozh_pro_otzin.pdf)). Залік виставляється за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом ОК. Залік отримують студенти, які набрали не менше 60 балів.

Якщо здобувач освіти протягом поточної роботи набрав менше як 60 балів він складає залік під час ліквідації академічної заборгованості. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання анулюються. Максимальна кількість балів на залік під час ліквідації академічної заборгованості 100. Повторне складання заліку допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює дирекція інституту.

### **Перелік питань на залік**

1. Метод Дірака операторів породження та знищення в теорії гармонійного осцилятора.
2. Метод вторинного квантування в статистичній фізиці.
3. Варіаційний принцип Боголюбова в теорії надпровідності.
4. Метод функціонального інтегрування в теорії систем багатьох частинок
5. Плазмові коливання в нормальному металі.
6. Представлення статистичної суми надпровідника у вигляді функціонального інтегралу.
7. Термодинамічна теорія збурень. Теорема Віка.
8. Діаграми Файнмана.
9. Метод функцій Гріна в теорії систем багатьох частинок.
10. Квазікласичні рівняння в теорії надпровідності.
11. Метод квазісередніх в теорії фазових переходів.
12. Модель слабо-неідеального бозе-газу.
13. Теорія спонтанного упорядкування спінових магнітних моментів феромагнетика.
14. Метод Боголюбова-Тяблікова в теорії гайзенбергівського феромагнетика.
15. Теорема Фр'юліха, Саймона і Спенсера в теорії класичного гайзенбергівського феромагнетика.

## VI. Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

| Оцінка в балах | Лінгвістична оцінка                    |
|----------------|----------------------------------------|
| 90–100         | Зараховано                             |
| 82–89          |                                        |
| 75–81          |                                        |
| 67–74          |                                        |
| 60–66          |                                        |
| 1–59           | Незараховано (необхідне перескладання) |

## VII. Рекомендована література та інтернет-ресурси

1. Свідзинський А. В. Математичні методи теоретичної фізики [Текст] : підручник: [у 2 т.] / А. В. Свідзинський. – К. : НАН України, Ін-т теорет. фізики ім. М. М. Боголюбова, 2009 . – ISBN 978-966-02-5132-8 (Ін-т теорет. фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, 2009.-Вид. 4-е). Т. 2. – К. : [б.в.], 2009. - 436 с. - ISBN 978-966-02-5134-2.
2. Свідзинський А. В. Мікроскопічна теорія надпровідності: монографія. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2011. – 422 с.
3. І. В. Стасюк. Функції Гріна у квантовій статистиці твердих тіл, — Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2013.
4. R. Dick, Advanced Quantum Mechanics, Springer Nature, Switzerland, 2020. – 811 p.

[https://ukrayinska.libretexts.org/%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B8/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0\\_%D1%82%D0%B0\\_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%3A\\_%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0\\_\(Styer\)](https://ukrayinska.libretexts.org/%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B8/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0_%D1%82%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%3A_%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0_(Styer))