

**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. СВИДЗИНСЬКОГО

**СИЛАБУС**  
**вибіркового освітнього компонента**  
**ТУНЕЛЬНІ ЕФЕКТИ В НАДПРОВІДНИКАХ**

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

**Силабус вибіркового освітнього компонента «ТУНЕЛЬНІ ЕФЕКТИ В НАДПРОВІДНИКАХ»** підготовки магістра, галузі знань «10 – Природничі науки», спеціальності «104 – Фізика та астрономія», за освітньою програмою «Фізика та астрономія».

**Розробник: Сахнюк Василь Євгенович**, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А. В. Свідзинського, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

**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 \_30 серпня\_ 2023 р.

Завідувач кафедри



доц. Сахнюк В.Є.

## I. Опис освітнього компонента

| Найменування показників        | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень                                           | Характеристика освітнього компонента |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Денна очна форма навчання      | 10 Природничі науки, 104 Фізика та астрономія, Фізика та астрономія<br><br>Другий (магістерський) рівень | Вибіркова                            |
| Кількість годин/кредитів 120/4 |                                                                                                          | Рік навчання <u>2</u>                |
| ІНДЗ: <u>немає</u>             |                                                                                                          | Семестр <u>3-ий</u>                  |
|                                |                                                                                                          | Лекції <u>10</u> год.                |
|                                |                                                                                                          | Практичні (семінари) <u>14</u> год.  |
|                                |                                                                                                          | Самостійна робота <u>88</u> год.     |
|                                |                                                                                                          | Консультації <u>8</u> год.           |
|                                |                                                                                                          | Форма контролю: <b>залік</b>         |
| Мова навчання                  | українська                                                                                               |                                      |

## II. Інформація про викладача

|                                               |                                                                                                   |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Прізвище, ім'я та по батькові                 | Сахнюк Василь Євгенович                                                                           |
| Науковий ступінь                              | кандидат фізико-математичних наук                                                                 |
| Вчене звання                                  | доцент                                                                                            |
| Посада                                        | Доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського                        |
| e-mail                                        | Sakhnyuk.Vasyl@vnu.edu.ua                                                                         |
| Дні занять (посилання на електронний розклад) | <a href="http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi">http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi</a> |

## III. Опис освітнього компонента

### 1. Анотація курсу.

Освітня компонента "Тунельні ефекти в надпровідниках" присвячена вивченню проявів ефектів фазової когерентності в надпровідних контактах. Буде розглянута загальна схема опису рівноважних струмових станів, використовуючи метод функцій Гріна, теорію Гінзбурга-Ландау, як асимптотичну форму мікроскопічної теорії надпровідності поблизу критичної температури. Вивчатимуться надпровідні контакти типу SIS та SNS. Буде з'ясовано вплив магнітного поля на властивості надпровідних контактів.

### 2. Мета і завдання освітнього компонента.

Метою викладання освітнього компонента є вивчення методів опису рівноважних струмових станів в надпровідних контактах на основі мікроскопічної теорії надпровідності.

Основними завданнями вивчення освітнього компонента є:

- розглянуту загальну схему опису надпровідних контактів;

- описати тунельні ефекти в надпровідних контактах для температур, далеких до критичної;
- описати тунельні ефекти в надпровідних контактах для температур, близьких до критичної;

### **3. Результати навчання (компетентності).**

Процес вивчення освітнього компонента сприяє формуванню у студентів наступних компетентностей:

#### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

#### **Загальні компетентності (ЗК)**

ЗК02 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК06 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

#### **Спеціальні (фахові) компетентності**

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

СК02 Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики та/або астрономії.

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.

#### **Програмні результати навчання**

РН01 Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.

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

РН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій в області фізики та/або астрономії.

#### 4. Структура освітнього компонента.

| Назви змістових модулів і тем                                                                     | Усього     | Лек.      | Практ.    | Сам. Роб. | Конс.    | *Форма контролю/ Бали |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------------------|
| <b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Мікроскопічний розрахунок струму Джозефсона.</b>                           |            |           |           |           |          |                       |
| <b>Тема 1.</b> Загальна схема опису струмових станів в надпровідних контактах.                    | 14         | 2         |           | 11        | 1        | РЗ,ДС/8               |
| <b>Тема 2.</b> Ефект Джозефсона. Квазікласичні рівняння в теорії надпровідних контактів.          | 16         | 2         | 2         | 11        | 1        | РЗ,ДС/8               |
| <b>Тема 3.</b> Мікроскопічний розрахунок струму Джозефсона.                                       | 16         | 2         | 2         | 11        | 1        | РЗ,ДС/8               |
| <b>Тема 4.</b> Розрахунок струму Джозефсона в SNS – контакті та у контакті зі звуженням.          | 16         |           | 4         | 11        | 1        | РЗ,ДС/8               |
| <b>Разом за модулем 1</b>                                                                         | <b>62</b>  | <b>6</b>  | <b>8</b>  | <b>44</b> | <b>4</b> | <b>32</b>             |
| <b>ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Теорія надпровідних контактів для температур, близьких до критичної.</b>   |            |           |           |           |          |                       |
| <b>Тема 5.</b> Загальна схема опису надпровідних контактів для температур, близьких до критичної. | 14         | 2         |           | 11        | 1        | РЗ,ДС/8               |
| <b>Тема 6.</b> Знаходження граничних умов для рівняння Гінзбурга-Ландау .                         | 16         | 2         | 2         | 11        | 1        | РЗ,ДС/8               |
| <b>Тема 7.</b> Розрахунок струму в SIS – контакті для температур, близьких до критичної.          | 14         |           | 2         | 11        | 1        | РЗ,ДС/8               |
| <b>Тема 8.</b> Розрахунок струму в SNS – контакті для температур, близьких до критичної.          | 14         |           | 2         | 11        | 1        | РЗ,ДС/8               |
| <b>Разом за модулем 1</b>                                                                         | <b>58</b>  | <b>4</b>  | <b>6</b>  | <b>44</b> | <b>4</b> | <b>32</b>             |
| <b>Види підсумкових робіт</b>                                                                     |            |           |           |           |          | <b>Бал</b>            |
| КР                                                                                                |            |           |           |           |          | <b>36</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: ДС – дискусія, РЗ – розв’язування задач, КР – контрольна робота.

## **5. Завдання для самостійного опрацювання.**

Самостійна робота здобувача є основним засобом засвоєння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять, без участі викладача. Самостійна робота включає:

- опрацювання теоретичних основ лекційного матеріалу;
- вивчення окремих тем або питань, що не розглядаються в курсі лекцій;
- систематизацію вивченого матеріалу перед заліком та ін. види роботи.

Здобувачам також рекомендується для самостійного опрацювання відповідна наукова література та періодичні видання.

## **IV. Політика оцінювання**

Відвідування лекцій студентом не оцінюється. Однак, для засвоєння студентам рекомендується відвідувати лекційні заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для розв'язування задач на практичних заняттях, виконання домашніх завдань та завдань, що пропонуються на контрольних заходах. Відвідування практичних занять є обов'язковим. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

У випадку пропуску практичних занять (без поважних причин) студент опрацьовує виконані за його відсутності завдання. До закінчення вивчення модуля студент повинен відпрацювати усі пропущені практичні заняття й одержати оцінку за відповідну тему.

Після завершення вивчення курсу студенти пишуть контрольну роботу, яка оцінюється максимум в 36 балів.

Згідно Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки від 29.08.2023 р. ([https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022\\_Визнання\\_резул\\_татів\\_ВНУ\\_ім.\\_Л.У.\\_ред.pdf](https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022_Визнання_резул_татів_ВНУ_ім._Л.У._ред.pdf)) студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

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

## **V. Підсумковий контроль**

Формою підсумкового семестрового контролю є залік. Оцінювання здійснюється за накопичувальною шкалою.

Залік виставляється за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом. У випадку, якщо здобувач освіти не відвідував окремі аудиторні заняття (з поважних причин), на консультаціях він має право відпрацювати пропущені заняття та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми. У дату складання заліку

записується у відомість сума поточних балів, які здобувач освіти набрав під час поточної роботи.

У випадку, 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 балів. Під час ліквідації академічної заборгованості студенту необхідно виконати чотири завдання, типові до тих, що виконувались на аудиторних заняттях. При цьому кожне завдання оцінюється максимум у 25 балів.

### Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень студентів

| Оцінка                                                                                                           | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «відмінно» (максимальна кількість балів, яка передбачена у стовпці <b>Форма контролю/ Бали</b> )                 | Студент вільно володіє навчальним матеріалом на підставі вивченої основної та додаткової літератури, аргументовано висловлює свої думки, проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі. |
| «добре» » (75% від максимальної кількості балів, яка передбачена у стовпці <b>Форма контролю/ Бали</b> )         | Студент володіє певним обсягом навчального матеріалу, здатний його аналізувати, але не має достатніх знань та вмінь для формулювання висновків, допускає несуттєві неточності.                                                              |
| «задовільно» (50% від максимальної кількості балів, яка передбачена у стовпці <b>Форма контролю/ Бали</b> )      | Студент володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або володіє частиною навчального матеріалу, уміє використовувати знання в стандартних ситуаціях.                                                                             |
| «не задовільно» » (25% від максимальної кількості балів, яка передбачена у стовпці <b>Форма контролю/ Бали</b> ) | Студент не володіє навчальним матеріалом.                                                                                                                                                                                                   |

### VI. Шкала оцінювання

| 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. Мікроскопічна теорія надпровідності: монографія. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2011. 422 с.
2. Свідзинський А. В., Вілігурський О. М. Лекції з фізики надпровідності. Луцьк: РВВ “Вежа”, 2003.
3. Локтев В.М. Лекції з фізики надпровідності. Київ, 2011. 276 с. Електронна версія: [http://bitp.kiev.ua/files/doc/lectures/lecture\\_01.pdf](http://bitp.kiev.ua/files/doc/lectures/lecture_01.pdf).
4. Довгий Я. О. Чарівне явище надпровідність. Львів: Євросвіт, 2000. 440 с.
5. Barone A., Paterno G., Physics and Applications of the Josephson Effect. Wiley, New York, 1982.
6. Schmidt V. V., Muller P., Ustinov A. V., The Physics of Superconductors: Introduction to Fundamentals and Applications, NY: Springer-Verlag, New York, 1997.
7. <http://www.superconductors.org>
8. <http://www.webelements.com>
9. <https://www.sciencedirect.com/journal/cryogenics>