

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. СВДЗИНСЬКОГО

СИЛАБУС
вибіркового освітнього компонента
ТУНЕЛЬНІ ЕФЕКТИ В НАДПРОВІДНИКАХ

підготовки

Магістра

Силабус вибіркового освітнього компонента «ТУНЕЛЬНІ ЕФЕКТИ В НАДПРОВІДНИКАХ» підготовки магістра.

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 № _6_ від _10_ лютого_ 2026 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	Е Природничі науки, Е5 Фізика та астрономія, Фізика та астрономія Другий (магістерський) рівень	Нормативна
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: залік
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)	http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi

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. Soft skills

1. Аналітичне та абстрактне мислення: здатність застосовувати складний математичний апарат.
2. Розв'язання складних задач: уміння розраховувати струмові стани в різних типах надпровідних контактів.
3. Робота з науковою інформацією: навичка аналізу спеціалізованої монографічної літератури з фізики надпровідності та використання сучасних теоретичних підходів для інтерпретації експериментальних даних .
4. Здатність оцінювати межі застосовності різних теоретичних моделей при описі тунельних ефектів.
5. Комунікаційні навички: уміння аргументовано вести наукову дискусію та презентувати результати розв'язування задач під час практичних занять.

4. Структура освітнього компонента.

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Сам. Роб.	Конс.	*Форма контролю/ Бали
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.						
Тема 1. Загальна схема опису струмових станів в надпровідних контактах.	17	2	2	12	1	РЗ,ДС/10
Тема 2. Мікроскопічний розрахунок струму Джозефсона.	17	2	2	12	1	РЗ,ДС/10
Тема 3. Розрахунок струму Джозефсона в SNS – контакті та у контакті зі звуженням.	15		2	12	1	РЗ,ДС/10
Тема 4. Загальна схема опису надпровідних контактів для температур, близьких до критичної.	17	2	2	12	1	РЗ,ДС/10
Тема 5. Розрахунок струму в SIS – контакті для температур, близьких до критичної.	17	2	2	12	1	РЗ,ДС/10

Тема 6. Розрахунок струму в SNS – контактi для температур, близьких до критичної.	17		2	14	1	РЗ,ДС/10
Тема 7. Вплив ефектів розпаровування на форму залежності струму від різниці фаз.	20	2	2	14	2	РЗ,ДС/10
Контрольна робота						30
Всього годин/Балів	120	10	14	88	8	100

*Форма контролю: ДС – дискусія, РЗ – розв’язування задач, КР – контрольна робота.

Самостійна робота студента над засвоєнням матеріалу з освітньої компоненти передбачає: опрацювання лекційного матеріалу, опрацювання рекомендованої літератури, підготовку до практичних робіт, виконання домашніх завдань, підготовку до контрольної роботи.

IV. Політика оцінювання

Політика оцінювання результатів навчання здобувачів освіти регламентується положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки від 26 червня 2025 року (<https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/06/2025.-Про-поточне-і-підсумк.оцінювання.pdf>).

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.

Поточна оцінка формується з:

- 1) оцінювання виконання завдань на практичних заняттях: 10 балів;
- 2) оцінки за контрольну роботу (на контрольній пропонується п’ять завдання типових до тих, що виконувались на практичних заняттях, кожне завдання оцінюється у 6 балів).

Завдання практичного заняття вважаються виконаними вчасно, якщо здобувач освіти надав викладачу звіт з їх виконання не пізніше наступної практичної роботи.

У випадку пропуску практичних занять (з поважних причин) здобувач освіти має право відпрацювати пропущені заняття на консультаціях та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми.

Згідно Порядку визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки (https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/2024_Визнання_резул_татів_ВНУ_ім._Л.У._ред.pdf)

студентові 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 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 п'ять завдань, типові до тих, що виконувались на практичних роботах. При цьому кожне завдання оцінюється максимум у 20 балів.

У день складання заліку за основною сесією заборонено проводити додаткові опитування здобувача освіти, а також здобувач освіти не має права доздавати будь-який вид робіт, передбачений силабусом освітнього компоненту.

Перелік питань на залік

1. Загальна схема опису рівноважних струмових станів у надпровідних контактах.
2. Метод функцій Гріна в теорії надпровідності: основні положення та застосування до задач тунелювання.
3. Застосування теорії Гінзбурга-Ландау для опису надпровідних контактів: переваги та обмеження.
4. Стаціонарний ефект Джоузефсона, фізична природа та основні рівняння.
5. Мікроскопічний розрахунок струму Джоузефсона.
6. Особливості протікання струму в контактах типу SIS (надпровідник-ізолятор-надпровідник).
7. Фізичні властивості та розрахунок струму в контактах типу SNS (надпровідник-нормальний метал-надпровідник).
8. Тунельні ефекти в надпровідних контактах із звуженням (мікромістках).
9. Опис надпровідних контактів у температурному діапазоні, близькому до критичної температури.

10. Розрахунок критичного струму в SIS-контакті при температурах, близьких до критичної.
11. Розрахунок критичного струму в SNS-контакті при температурах, близьких до критичної.
12. Вплив ефектів розпаровування на струмові стани в надпровідниках.
13. Залежність надпровідного струму від різниці фаз, відхилення від синусоїдального закону.
14. Вплив магнітного поля на критичний струм джозефсонівського контакту.

VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
0–59	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.
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>