



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

«Фізичні ефекти при наднизьких температурах»

Шифр та назва спеціальності

G4 Енерговиробництво

Інститут

ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Спеціалізація

G4.04 Холодильні та кліматичні технології

Кафедра

Технічна кріофізика (134)

Освітня програма

Холодильні та кліматичні технології

Тип дисципліни

Вибіркова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Старіков Вадим Володимирович

Vadym.Starikov@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Технічна кріофізика НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 30 років.

Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Член редакційної колегії журналу «Eastern-European Journal of Enterprise Technologies». Провідний лектор з дисциплін: «Вступ до спеціальності: основи кріогенної та холодильної техніки.

Ознайомча практика», «Матеріалознавство та технологія

конструкційних матеріалів», «Теплові насоси», «Сучасні

енергозберігаючі технології в холодильній, вакуумній та

кріогенній техніці», «Фізичні основи вакуумної техніки»,

«Фізичні основи мікро- і нанотехнологій», «Кріобіологічні

технології та обладнання»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



Чичибаба Ирина Олександрівна

iryna.chychybaba@khpi.edu.ua

Старший викладач кафедри Холодильна, кріогенна та кліматична техніка НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 30 років. Автор понад 20 наукових та навчально-методичних праць.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на формування у здобувачів вищої освіти сучасних уявлень про фізичні властивості та використання магнітних та надпровідних матеріалів при низьких температурах; придбання практичних навичок в використанні таких матеріалів для проведення інженерних розрахунків низькотемпературної техніки.

Мета та цілі дисципліни

Набуття навичок отримання кількісних оцінок основних параметрів, що характеризують властивості технологічних систем при наднизьких температурах; встановлення наукового підходу до досліджень експериментальних фізичних об'єктів.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ФК-1. Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.

ФК-2. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.

ФК-3. Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.

ФК-4. Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові та екологічні аспекти.

ФК-6. Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик.

ФКС-2. Здатність застосовувати методи і засоби автоматизованих систем управління холодильних і кліматичних систем у промисловості та житлово-комунальному господарстві.

Результати навчання

ПРН-1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

ПРН-2. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

ПРН-4. Відшуковувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

ПРН-5. Розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.

ПРН-8. Обґрунтовувати вибір та застосовування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекційні заняття - 32 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички галузі фізики та математики.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

При проведенні лекційних занять методи готових знань поєднуються з дослідницьким методом, який передбачає активну самостійну роботу студентів при засвоєнні знань: аналіз явищ, формулювання проблеми, самостійне формулювання висновків. У викладанні лекційного матеріалу переважає пояснювальний метод, при виконання індивідуального завдання використовується спонукальний метод навчання.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість годин

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Основні поняття. Надпровідність, надтекучість, ефект Мейснера, конденсація Бозе-Енштейна.	2	0,5
Тема 2. Магнетизм Класичний магнетизм. Атомна природа діамagnetизму. Основні магнітні величини.	2	0,5
Тема 3. Види магнетиків Парамагнетики, діамagnetетики, феромагнетики. Ідеальний діамagnetизм. Закон Кюрі. Температура Кюрі. Крива намагнічування. Петля гістерезису. Насичення. Розмагнічуючий фактор. Домени. Типи доменних стінок. Стрибки Баркгаузена. Магніто-м'які та магніто-тверді матеріали. Магнітна анізотропія.	6	2
Тема 4. Методи отримання магнітних полів Постійні магніти. Електромагніти. Котушки Гельмгольца. Соленоїди. Котушки Біттера. Імпульсні магнітні поля. Магнітна кумуляція.	2	1
Тема 5. Методи вимірювання магнітних полів Резонансні методи. Індукційні котушки. Ферозонди. Ефект Холла. Магніторезистори. Магнітооптичні методи. SQUIDи.	2	1
Тема 6. Надпровідники першого та другого роду Критичні параметри надпровідників. Проміжний стан надпровідників 1 роду. Критичні поля надпровідників 2 роду. Змішаний стан. Віхрі Абрикосова.	2	1
Тема 7. Високотемпературні надпровідники (ВТНП) Структура і фазові діаграми ВТНП. Критична щільність току ВТНП. Практична цінність ВТНП.	2	1
Тема 8. Використання надпровідності в техніці Надпровідникові соленоїди. Надпровідникові генератори. Магнітний транспорт. Кріотрони. Накопичувачі енергії. Магнітні проводи.	2	1
Тема 9. Методи дослідження матеріалів при наднизьких температурах Контактні і безконтактні методи. Чотиризондовий метод,	4	1

резонансний метод, метод динамічної магнітної сприйнятливості, метод із застосування датчиків Холла, спектроскопія з точковим контактом, індукційний метод із вимірювання третьої гармоніки.

Тема 10. Системи підтримання холоду в низькотемпературних установках Охолодження рідким азотом та рідким гелієм. Кріостати. Вакуумна ізоляція. Утилізація тепла.	2	1
Тема 11 Розрахунок систем для отримання магнітних полів Котушки Гельмгольца, соленоїд, система для тороїдальних зразків, електромагніти.	2	1
Тема 12. Середовище графічного програмування LabVIEW для автоматизації фізичного експерименту Призначення програми та задачі, які вирішуються за її допомогою. Інтерфейс програми. Віртуальний прилад. Панель інструментів, блок-діаграма. Введення-виведення даних експерименту. Обробка результатів експерименту.	4	1
Загальна кількість годин	32	$\sum_{i=1}^n a_i = 12$

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Розрахунок елементів систем для отримання магнітних полів	4	0,5
Тема 2. Моделювання збору даних у LabVIEW	3	1
Тема 3. Моделювання вимірювання магнітного поля у LabVIEW	4	1,5
Тема 4. Обробка результатів експерименту у LabVIEW	3	1
Тема 5. Статистична обробка даних у LabVIEW	2	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 5$

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені

Контрольні роботи

Комплексні тести	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Види магнетиків. Основні магнітні величини. Методи отримання магнітних полів. Методи вимірювання магнітних полів. Соленоїди. Котушки Гельмгольца.	1
Тема 2. Надпровідність. ВТНП. Кріостати. Гібридні магніти. Магніти для прискорювачів.	1
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i = 2$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Визначення параметрів петлі гістерезиса для феромагнітного плівкового зразка індукційним методом Визначити величину коерцитивної сили, намагнічування, магнітної проникності та інших параметрів петлі гістерезису.	16
Тема 2. Визначення критичних параметрів ВТНП зразка по польовій та температурній залежності магнітної сприйнятливості Безконтактні методи вимірювання магнітних характеристик. Критичні параметри ВТНП зразків. Критичні температура, поле, струм. Магнітна сприйнятливості зразка.	24
Тема 3. Надпровідникові магнітні системи в транспорті Магнітна левітація (маглев), надпровідникові двигуни, надпровідникові кабелі живлення, система охолодження.	16
Загальна кількість годин	56

Тематика індивідуальних завдань

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання. Результати виконання завдання оформлюється у вигляді письмового звіту. Строки виконання: 15-й тиждень.

Теми індивідуального завдання

Розрахункове завдання

Тема. Вибір тип системи перемагнічування для елемента заданої форми. Визначення необхідного розміру системи та її параметрів.

Загальна кількість годин **16**

Неформальна освіта

Можливість для даного освітнього компонента не передбачена.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. В.М. Локтев. Надпровідність – від гелієвих до кімнатних температур. Світогляд, № 2 (2011)
<https://www.mao.kiev.ua/biblio/jskans/svitogliad/svit-2011-28-2/svit-2011-28-2-24-loktev.pdf>
2. Довгий Я.О. Чарівне явище надпровідності. – Львів: Євросвіт, 2000. – 440 с.
3. В.М. Локтев. Лекції з фізики надпровідності. Київ: Вид-во ІТФ НАН України, 2011.
http://bitp.kiev.ua/files/doc/lectures/lecture_01.pdf.
4. Франів А. Фізика низьких температур : навч. посібник / А. Франів, В. Стадник, В. Курляк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 362 с.

Додаткова література

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Надпровідникові та низькотемпературні магнітні системи" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 142 "Енергетичне машинобудування" / уклад.: І. О. Чичибаба, Л. З. Луб'яний, М. З. Руденко ; Нац. техн.

ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2024. – 41 с. – URI:

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/79211>.

2. Annette Bussmann-Holder and Hugo Keller High-temperature superconductors: underlying physics and applications // Z. Naturforsch Volume, 2019, Vol. 75, Issue 1-2. – Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1911/1911.02303.pdf>.

3. Методичні вказівки "Автоматизація магнітних вимірювань" з дисципліни "Надпровідникові та низькотемпературні магнітні системи" [Електр. ресурс] : для студентів спец. 142 "Енергетичне машинобудування" / уклад.: І. О. Чичибаба, М. З. Руденко, О. С. Банник, О. В. Соболев ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2025. – 28 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/90943>.

4. Ronald W. Larsen LabVIEW for Engineers. / Larsen Ronald. – Pentice Hall. – 2011. – 396 p.

https://users.encs.concordia.ca/~tmg/images/9/9b/Larsen_LabVIEW_for_Engineers_1st_txtbk.PDF

5. Створення віртуальних приладів в середовищі LabVIEW [Електр. ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / В. М. Головня; РТФ; КІП ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КІП ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 142 с.

<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/9b30c2bd-db73-47b4-8f3e-ccf4eefe37fc/content>.

Інформаційні ресурси

1. LabVIEW Community Edition. – Режим доступу : <https://www.ni.com/en/shop/labview/select-edition/labview-community-edition.html?srsId=AfmBOop6QWwQWS7JuS20iF9vHP7-BOBoXmgYfTrtgOWdxwTHy8ydZEE2>.

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні заняття), k_1	Контрольні роботи (тести), k_2	Індивідуальне завдання (розрахункове, реферат), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,2	0,3	0,3	0,2

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi_k \cdot k_4$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

I – оцінка за виконання індивідуального завдання

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

Π_k – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Шкала оцінювання

Поточні оцінки за кожну складову (П, К, І, ...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

13.06.2025



Завідувач кафедри

Вадим СТАРІКОВ

13.06.2025



Гарант ОП

Олександр ТАРАСЕНКО