



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Системи охолодження спеціального призначення

Шифр та назва спеціальності

G4 Енерговиробництво

Інститут

ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Спеціалізація

G4.04 Холодильні та кліматичні технології

Кафедра

Теплотехніки та енергоефективних технологій (123)

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@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій 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](#)

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 систем охолодження спеціального призначення.

Мета та цілі дисципліни

Набуття навичок отримання кількісних оцінок основних параметрів, що характеризують властивості систем охолодження спеціального призначення за умов експлуатації при наднизьких температурах.

Формат занять

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

Компетентності

ЗК-1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

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

ФКС-1. Здатність формулювати завдання на розробку проектних рішень, пов'язаних з модернізацією холодильного та кліматичного обладнання, заходами щодо поліпшення його експлуатаційних характеристик, підвищення екологічної безпеки, поліпшення умов праці, економії ресурсів.

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-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.

ПРН-16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

ПРНС-1. Знання і розуміння інженерних аспектів на рівні, що забезпечує досягнення інших результатів освітньої програми, включаючи певну обізнаність про останні досягнення науки і техніки.

ПРНС-2. Практичні навички вирішення завдань, необхідні для успішної реалізації інженерних проектів і проведення наукових досліджень.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 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

Переважають застосовуються структурно-логічні технології: поетапна організація навчання, що забезпечує логічну послідовність постановки і вирішення дидактичних завдань на основі поетапного відбору їх змісту, форм, методів і засобів із урахуванням діагностування результатів навчання. Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Під час освітнього процесу студент може комунікувати з викладачем онлайн, вирішувати проблемні завдання, моделювати ситуації, включаючи аналітичне і критичне мислення, знання, пошукові здібності.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Магнетизм та надтекучість. Основні поняття. Класичний магнетизм. Атомна природа діамагнетизму. Основні магнітні величини. Надпровідність, надтекучість, ефект Мейснера, конденсація Бозе-Енштейна.	4
Тема 2. Надпровідники першого та другого роду. Високотемпературні надпровідники (ВТНП) Критичні параметри надпровідників. Проміжний стан надпровідників 1 роду. Критичні поля надпровідників 2 роду. Змішаний стан. Структура і фазові діаграми ВТНП. Критична щільність току ВТНП. Практична цінність ВТНП.	4
Тема 3. Використання надпровідності в техніці Надпровідникові соленоїди. Надпровідникові генератори. Магнітний транспорт. Кріотрони. Накопичувачі енергії. Магнітні проводи.	4
Тема 4. Методи дослідження матеріалів при наднизьких температурах Контактні і безконтактні методи. Чотиризондовий метод, резонансний метод, метод динамічної магнітної сприйнятливості, метод із застосування датчиків Холла, спектроскопія з точковим контактом, індукційний метод із вимірювання третьої гармоніки.	6
Тема 5. Системи підтримання холоду в низькотемпературних установках Охолодження рідким азотом та рідким гелієм. Кріостати. Вакуумна ізоляція. Утилізація тепла.	4
Тема 6. Розрахунок систем для отримання магнітних полів Котушки Гельмгольца, соленоїд, система для тороїдальних зразків, електромагніти.	4
Тема 7. 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.	6
Загальна кількість годин	32

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

$$\sum_{i=1}^n a_i = 5$$

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт

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

$$\sum_{i=1}^m 2$$

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 гістерезису 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.

20

Тема 3. Надпровідникові магнітні системи в транспорті
Магнітна левітація (маглев), надпровідникові двигуни, надпровідникові кабелі живлення, система охолодження.

20

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

Тема. Вибір тип системи переманічування 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. Франів А.В. Вступ до фізики і техніки низьких температур. Львів: ЛНУ ім. Франка, 2007. -160 с.
2. Франів А., Стадник В., Курляк В. Фізика низьких температур. Львів: ЛНУ ім. Франка, 2016 (перевидання 2018). - 362 с.
3. Арсеньєв В.М., Козін В.М. Кріогенна техніка: основи теорії і розрахунку циклів.... Суми: СумДУ, 2021. - 272 с.
4. Франів А. Фізика низьких температур : навч. посібник / А. Франів, В. Стадник, В. Курляк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 362 с.
5. Масліков М.М. курси лекцій / Кріогенна техніка і технологія (НУХТ, 2009–2010). Різак В.М., Різак І.М., Рудавський Е.Я. Кріогенна фізика і техніка. Київ: Наукова думка, 2006. 512 с.

Додаткова література

1. Локтев В.М. Лекції з фізики надпровідності. Київ: Вид-во ІТФ НАН України, 2011. - 276 с.
http://bitp.kiev.ua/files/doc/lectures/lecture_01.pdf.
2. Annette Bussmann-Holder and Hugo Keller High-temperature superconductors: underlying physics and applications // Z. Naturforsch Volume, 2019, Volume 75 Issue 1-2.
<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1911/1911.02303.pdf>.

Інформаційні ресурси

1. Репозитарій НТУ "ХПІ". <https://repository.kpi.kharkov.ua>
2. LabVIEW Community Edition. <https://www.ni.com/en/shop/labview/select-edition/labview-community-edition.html>

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, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,4	0,3	0,2	0,1

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

Πk – 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.

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.

Шкала оцінювання

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

24.06.2026

Завідувач кафедри
Микола КУНДЕНКО

24.06.2026

Гарант ОП
Олександр ТАРАСЕНКО