



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Спеціальні низькотемпературні технології і системи

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 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](#)

Загальна інформація

Анотація

Придбання знань та навичок по улаштуванні та принципу дії різних типів кріогенного обладнання, пов'язаних з процесами фазових переходів та принципів його проєктування.

Мета та цілі дисципліни

Отримання практичних навичок розробки низькотемпературних систем, які базуються на технологіях із застосуванням фазових переходів.

Формат занять

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

Компетентності

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

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-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.

Результати навчання

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

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.

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 проєктів 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. На заняттях застосовані комп'ютерні, мультимедійні технології. Під час такого освітнього процесу студент може комунікувати з викладачем он-лайн, вирішувати творчі, проблемні завдання, моделювати ситуації, включаючи аналітичне і критичне мислення, знання, пошукові здібності.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок методом виморожування.	2
Тема 2. Особливості виморожування вологи на криогенних поверхнях.	4
Тема 3. Традиційні технології виробництва «сухого» льоду.	2
Тема 4. Технологія виробництва «сухого» льоду методом виморожування із газових сумішей.	2
Тема 5. Особливості адгезії твердого CO ₂ до виморожувальної поверхні.	2
Тема 6. Особливості зміни теплофізичних параметрів шару виморожених домішок CO ₂ та H ₂ O в часі.	4
Тема 7. Криогенні засоби очищення інертних газів від домішок.	2
Тема 8. Технології отримання зріджених газів.	2
Тема 9. Обладнання для перекачки зріджених газів.	2
Тема 10. Сховища для зріджених газів. Особливості конструкції.	2
Тема 11. Газіфікатори рідких криопродуктів.	2
Тема 12. Особливості кисневого устаткування.	2
Тема 13. Холодильні камери зберігання продуктів споживання	4
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти α
Тема 1. Дослідження виморожування вологи на криогенних поверхнях.	2	1
Тема 2. Основні технологічні параметри криогенного подрібнення.	2	1
Тема 3. Дослідження очищення аргону від домішок методом виморожування.	2	1
Тема 4. Дослідження особливості газифікації азоту	4	1
Тема 5. Кисневі компресори та насоси.	4	1
Тема 6. Конструктивні особливості медичних «кріосаун».	2	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n 6$

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Тема 1. Зрідження газів та розділення газових сумішей.	1
Тема 2. Низькотемпературне обладнання для зріджених газів.	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. Кріогенні методи очищення повітря від токсичних домішок	15
Тема 2. Екологічні аспекти застосування кріогенних технологій	15
Тема 3. Перспективи використання кріогенних технологій у водневій енергетиці	14
Тема 4. Системи автоматичного контролю та безпеки у кріогенних установках	12
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. Визначення параметрів кріогенного резервуара	
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. <https://essuir.sumdu.edu.ua/items/07864450-31aa-4a18-a5de-ea718af5778f>

Додаткова література

1. Франів А. Фізика низьких температур : навч. посібник / А. Франів, В. Стадник, В. Курляк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 362 с.
2. Pobeil F. Matter and Methods at Low Temperatures. – Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2007. – 461 p.
3. Різак В.М., Різак І.М., Рудавський Е.Я. Криогенна фізика і техніка. Київ: Наукова думка, 2006. 512 с.
4. Annette Bussmann-Holder and Hugo Keller High-temperature superconductors: underlying physics and applications // Z. Naturforsch Volume, 2019, Volume 75 Issue 1-2. – Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1911/1911.02303.pdf>. – accessed 24 December, 2023.

Інформаційні ресурси

1. Репозитарій НТУ «ХПІ». <https://repository.kpi.kharkov.ua/home>

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	0,2	0,2	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.

Поточні оцінки за кожну складову (Π , K , I , ...) 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	F

(потрібне повторне
вивчення)

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