



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Конструкційні особливості холодильних установок

Шифр та назва спеціальності

G4 Енерговиробництво

Інститут

ННІ Електроенергетики, електроніки та електромеханіки

Спеціалізація

G4.04 Холодильні та кліматичні технології

Кафедра

Технічна кріофізика (134)

Освітня програма

Холодильні та кліматичні технології

Тип дисципліни

Обов'язкова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Руденко Микола Захарович**

Mykola.Rudenko@khpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший викладач

Досвід роботи – 50 років. Автор понад 80 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Теплотехнічні вимірювання та прилади», «Сучасні досягнення спеціальних низькотемпературних технологій і систем», «Спеціальні питання тепломасообміну», "Монтаж, експлуатація та сервіс холодильних установок", "Технологія виробництва енергетичного обладнання".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Отримання знань та навичок щодо конструктивних особливостей основних елементів систем низькотемпературного обладнання. Ознайомлення з технологіями виготовлення низькотемпературної техніки.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення конструкційних особливостей низькотемпературних систем та технологій їх виготовлення. Отримання навичок проектування вакуумного та кріогенного обладнання.

Формат занять

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

Компетентності

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

ЗК-3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

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

ФК-5. Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи етапи проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання.

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 покращення його експлуатаційних характеристик, підвищення екологічної безпеки, покращення умов праці, економії ресурсів.

Результати навчання

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

ПРН-3. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері теплоенергетики з урахуванням цілей, прогнозів, обмежень та ризиків і беручи до уваги технологічні, законодавчі, соціальні, економічні, екологічні та інші аспекти.

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-7. Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

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-9. Вільно спілкуватися державною мовою з професійних питань, обговорювати результати виробничої, наукової та інноваційної діяльності з фахівцями та нефахівцями.

ПРН-11. Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН-13. Знати основні положення вітчизняного і міжнародного законодавства і практик міжнародної діяльності у сфері теплоенергетики.

ПРН-14. Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів і систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів.

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 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи - 32 год., самостійна робота – 86 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

Вивчення матеріалу відбувається в процесі лекційних занять за допомогою мультимедійних технологій (тематичні фільми, презентації). Особливістю дисципліни є проходження проміжного контролю у вигляді ігрових занять. Наприкінці курсу студенти роблять презентації, доповіді згідно обраних тем енергетичного напрямку.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Матеріали для низькотемпературної техніки	2
Тема 2. Властивостей матеріалів при низьких температурах	2
Тема 3. Основні вимоги, що пред'являються при виборі матеріалів у низькотемпературній техніці	2
Тема 4. Вплив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання	4
Тема 5. Тертя та змащення при низьких температурах та в вакуумі	2
Тема 6. Способи з'єднання конструкційних елементів при низьких температурах	4
Тема 7. Конструкція вузлів обертання в низькотемпературних камерах	2
Тема 8. Конструкція герметичних стиків низькотемпературного обладнання	2
Тема 9. Герметичні ущільнювачі вакуумних та низькотемпературних камер	2
Тема 10. Конструкція герметичних шлюзових камер низькотемпературного обладнання	2
Тема 11. Конструкція герметичних електровводів низькотемпературного обладнання	2
Тема 12. Конструкція герметичних вікон низькотемпературного обладнання	2
Тема 13. Теплова ізоляція низькотемпературного обладнання	2
Тема 14. Засоби перевірки герметичності з'єднань вакуумного низькотемпературного обладнання	2
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти α
Тема 1. Розрахунок теплового навантаження на низькотемпературну конструкцію.	4	1
Тема 2. Розрахунок товщини матеріалу теплоізоляції низькотемпературної установки.	4	1

Тема 3. Розрахунок товщини циліндричних оболонок корпусів, які знаходяться під зовнішнім або внутрішнім тиском.	2	1
Тема 4. Розрахунок необхідної довжини болтів герметичного фланцевого з'єднання при низькотемпературній деформації.	2	1
Тема 5. Розрахунок необхідної довжини теплового містка для охолодження елементів конструкції.	2	1
Тема 6. Розрахунок товщини скла низькотемпературних вікон, які знаходяться під тиском	2	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 6$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт

Вагові
коефіцієнти b

Тема 1. Матеріали та їх властивості при низьких температурах.	1
Тема 2. Вплив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання	1
Тема 3. Конструкційні особливості низькотемпературного обладнання	1
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i = 3$

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. Основні види передачі тепла	15
Тема 2. Види теплоізоляції для низьких температур	15
Тема 3. Особливості екранно-вакуумної ізоляції	15
Тема 4. Вплив температури на міцність матеріалу	15
Тема 6. Особливості обробки нержавіючих сталей та кольорових металів для використання в низькотемпературній техніці	10
Загальна кількість годин	70

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. Вплив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання	
Загальна кількість годин	16

Неформальна освіта

Можливість для даного освітнього компонента не передбачена.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Франів А., Стадник В., Курляк В. Фізика низьких температур. Львів: ЛНУ ім. Франка, 2016 (перевидання 2018). 362 с.
2. Франів А.В. Вступ до фізики і техніки низьких температур. - Львів: ЛНУ ім. Франка, 2007. - 160 с.
3. Масліков М.М. Кріогенна техніка і технологія: навч. посіб. - К.:НУХТ, 2010. - 194 с.
4. Степанов Д.В., Степанова Н.Д. Холодильна техніка та технологія. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 95 с.

Додаткова література

- 1 Мікульонок І. О. Технологія виготовлення обладнання хімічних виробництв: навч. посіб. / І. О. Мікульонок. - К.: ІЗМН, 2000. - 282 с.
2. Степанова, Н. Д. Монтаж теплоенергетичного та теплотехнологічного обладнання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 118 с.

Інформаційні ресурси

1. Репозитарій НТУ "ХПІ". <https://repository.kpi.kharkov.ua>

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
0,3	0,3	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

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

13.06.2025



Завідувач кафедри

Вадим СТАРІКОВ

13.06.2025



Гарант ОП

Олександр ТАРАСЕНКО