



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Низькотемпературні технології

Шифр та назва спеціальності

G4 Енерговиробництво

Інститут

ННІ Електроенергетики, електроніки та електромеханіки

Спеціалізація

G4.04 Холодильні та кліматичні технології

Кафедра

Теплотехніки та енергоефективних технологій (123)

Освітня програма

Холодильні та кліматичні технології

Тип дисципліни

Обов'язкова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники**Старіков Вадим Володимирович**

Vadym.Starikov@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор 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**

Курс охоплює принципи низькотемпературних технологій у харчовій промисловості, що застосовуються для консервування, транспортування та зберігання продуктів. Розглядаються методи шокового та кріогенного заморожування, сублімаційні процеси та побудова холодильного ланцюга.

Мета та цілі дисципліни

Формуванні у здобувачів знань і практичних навичок щодо застосування низькотемпературних технологій для консервування, зберігання та транспортування харчових продуктів, включно з методами шокового, кріогенного та сублімаційного заморожування, а також забезпеченням

високої якості та безпечності продукції через контроль фізико-хімічних процесів, оптимізацію параметрів заморожування.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, лабораторні 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-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-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 поліпшення його експлуатаційних характеристик, підвищення екологічної безпеки, поліпшення 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-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-11. Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів 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.

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 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., лабораторні заняття - 16 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

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. Низькотемпературні технології обробки харчових продуктів. Низькотемпературний спосіб обробки продуктів та його особливості. Шокове заморожування, кріогенне заморожування, сублімація, флюїдизація, холодильний ланцюг.	8
Тема 2. Традиційні технології виробництва «сухого» льоду. Технологія виробництва «сухого» льоду методом виморожування із газових сумішей.	4
Тема 3. Низькотемпературні технології очищення газів. Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок методом виморожування. Кріогенні засоби очищення інертних газів від домішок.	6
Тема 4. Низькотемпературні технології для отримання рідких кріопродуктів. Газифікатори рідких кріопродуктів.	6
Тема 5. Особливості кисневого обладнання. Кисневі компресори та насоси.	4
Тема 6. Низькотемпературні технології в медичній техніці. Сублімаційна сушка (ліофілізація) біологічних матеріалів. Використання медичних «кріосаун».	2
Тема 7. Особливості адгезії твердого CO ₂ до виморожувальної поверхні. Особливості зміни теплофізичних параметрів шару виморожених домішок CO ₂ та H ₂ O в часі.	2
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

За наявності

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти <i>a</i>
Тема 1. Розрахунки низькотемпературного тепломасообмінного обладнання для обробки та зберігання харчових продуктів.	4	1,0

Тема 2. Розрахунок установок для виробництва «сухого» льоду.	4	1,0
Тема 3. Розрахунки установок для низькотемпературного очищення повітря.	4	1,0
Тема 4. Розрахунки низькотемпературного тепломасообмінного обладнання для отримання рідких кріопродуктів.	4	1,0
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 4$

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Дослідження адгезії твердого CO ₂ до виморазувальної поверхні. Методи лабораторного дослідження адгезії, температура поверхні, концентрація CO ₂ у газовій суміші, вплив шорсткості та топографії поверхні.	4	1
Тема 2. Дослідження виморожування вологи на кріогенних поверхнях. Дослідження утворення інею, температура кріогенної поверхні, вплив типу поверхні.	4	1
Тема 3. Дослідження очищення аргону від домішок методом виморожування. Методологія та схема лабораторного дослідження, вплив температурного градієнта, залежність від швидкості потоку.	4	1
Тема 4. Дослідження особливості газифікації азоту. Вплив режиму кріогенного кипіння, дослідження динаміки зовнішнього обledenіння.	4	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 4$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Визначення часу заморожування продуктів.	1
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i = 1$

Самостійна робота

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

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Теорія подібності для теплообмінних процесів Умови однозначності, критерії (числа) подібності, головні критерії теплообміну.	20

Тема 2. Особливості форм передачі тепла при низьких і криогенних температурах Зміна стандартних механізмів теплообміну, особливості конвективного та променистого теплообміну, практичне значення для техніки.	20
Тема 3. Надплинність гелію та її використання Нормальний та надплинний компоненти, механізм «вічного руху» в He II, ефект термомеханічного фонтану.	30
Загальна кількість годин	70

Тематика індивідуальних завдань

Теми індивідуального завдання

Тема. Розрахунок процесу виморожування та сублімації CO ₂ при виробництві сухого льоду	
Загальна кількість годин	16

Неформальна освіта

Можливість для даного освітнього компонента не передбачена.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Тітлов О. С., Горикін С. Ф. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості. Львів: Новий Світ-2000, 2012/2020. - 286 с.
2. Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Холодильна техніка та технологія. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 95 с.
3. Біляков В. П. Криогенна техніка та технологія. - Київ: Колос, 2004 – 272 с.
4. Головка Г. А. Установки для виробництва інертних газів.-Київ: Колос, 2006.-384 с.
5. Лозовський А. П. Основи холодильних технологій : навчальний посібник / А. П. Лозовський, О. М. Іванов. – Суми: Університетська книга, 2017. – 149 с.
6. Бодак М.П., Сирохман І.В. Холодильна технологія та технічні засоби її забезпечення. - Львів: ЛТЕУ, 2018. - 412 с.

Додаткова література

1. 4. Семенюк Д. П., Петренко О. В. Технологічне холодильне обладнання: навчальний посібник у 2 ч.. Ч. 2. - Харків: ХДУХТ, 2019. - 308 с.
3. Семенюк Д. П., Петренко О. В. Технологічне холодильне обладнання: навчальний посібник у 2 ч. Ч. 1. - Харків: ХДУХТ, 2018. - 241 с.
4. Бодак М. П., Сирохман І. В. Холодильна технологія та технічні засоби її забезпечення. - Львів: ЛТЕУ, 2018. - 412 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
0,5	0,1	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 (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