



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Кріобіологічні технології та обладнання

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](#)

Загальна інформація

Анотація

Аналізуються основні принципи захисту кріоконсервованих біосистем і особливості технології швидкого заморожування біологічної сировини азотними парарідінними потоками. Обговорюються конструктивні особливості комплексів кріосублімаційного фракціонування, кріогенного подрібнення біологічної сировини, сублімаційна сушка біологічних матеріалів у порівнянні з сушка біологічної сировини методом вакуумної переконденсації.

Мета та цілі дисципліни

Основною метою дисципліни є отримання теоретичних уявлень та практичних навичок для вивчення методів і техніки кріообробки.

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-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.

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

Результати навчання

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 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

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. Світовий ринок кріогенних рідин, структура споживання кріогенних рідин.	2
Тема 2. Конструкція сучасних установок для екстракції зрідженими хладачами та принципи їхньої роботи. Особливості уповільнення флуктуаційних процесів в охолоджувальних конденсованих системах.	6
Тема 3. Термодинамічні параметри екстракції ліпідних фракцій зрідженими хладачами. Переваги технології.	2
Тема 4. Склад і структура води. Особливості властивостей води у порівнянні з аналогами. Фазові перетворення при кристалізації води, фази льоду.	4
Тема 5. Розбаланс швидкостей хімічних реакцій в охолоджуваних біологічних системах та пов'язані з цим механізми їх пошкоджень.	4
Тема 6. Основні принципи захисту кріоконсервованих біосистем за допомогою кріопротекторних речовин.	4
Тема 7. Особливості технології швидкого заморожування біологічної сировини азотними парарідинними потоками.	4
Тема 8. Конструктивні особливості комплексів кріосублімаційного фракціонування та приклади реалізації технології.	4
Тема 9. Сублімаційна сушка (ліофілізація) біологічних матеріалів. Основні переваги даної технології.	6
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Сушка біологічної сировини способом вакуумної переcondенсації. Порівняння вакуумної переcondенсації із сублімаційною сушкою.	4	1
Тема 2. Кріогенне подрібнення біологічної сировини. Можливості та переваги технології.	2	1
Тема 3. Дослідження очищення аргону від домішок методом виморожування.	2	1
Тема 4. Конструкції сучасних азотних кріотунелів.	2	1
Тема 5. Кріосублімаційне фракціонування біологічної сировини. Термодинамічні аспекти даного технологічного підходу.	4	1
Тема 6. Термодинамічні параметри сублімаційної сушки.	2	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n 8$

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Тема 1. Конструкції сучасних установок для екстракції зрідженими хладачами та сушки.	1
Тема 2. Структура та склад води. Фазові перетворення, властивості, аномалії поведінки.	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. Кріогенна логістика. Транспортування зріджених газів та біоматеріалів, стандарти ISO	20
Тема 2. Перспективи розвитку кріогенних технологій у сталому розвитку Біобезпека при кріоконсервуванні	20
Тема 3. Перспективи розвитку кріогенних технологій у сталому розвитку Роль у зниженні викидів та енергоощадності.	20
Загальна кількість годин	60

Тематика індивідуальних завдань

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

Теми індивідуального завдання

Тема. Сублімаційна сушка біологічних матеріалів

Загальна кількість годин **12**

Неформальна освіта

Можливість у рамках курсу не передбачена.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Актуальні проблеми кріобіології / Під ред. А.Н. Гольцева. – Харків: ИПКіК НАН України, 2012. – 767 с.
2. Франів А.В. Вступ до фізики і техніки низьких температур. Львів: ЛНУ ім. Франка, 2007. - 160 с.
3. Франів А., Стадник В., Курляк В. Фізика низьких температур. Львів: ЛНУ ім. Франка, 2016 (перевидання 2018). - 362 с.
4. 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. Різак В.М., Різак І.М., Рудавський Е.Я. Кріогенна фізика і техніка. Київ: Наукова думка, 2006. 512 с.

2. Pobell F. Matter and Methods at Low Temperatures. – Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 2007. -461 p.
3. 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>.

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
0,4	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 (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