



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Кріобіологічні технології та обладнання

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ІНІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика

Кафедра

Технічна кріофізика [134]

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Профільна, вибіркова

Семестр

2

Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Старіков Вадим Володимирович

[Vadym.Starikov@khp.edu.ua](mailto:Vadym.Starikov@khp.edu.ua)

Доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри технічної кріофізики НТУ «ХП».

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

Представлено систематизований підхід щодо аналізу специфіки атомарної, молекулярної, клітинної та тканинної структури біологічних систем, також їх властивостей. Аналізуються механізми пошкодження біооб'єктів при замороженні, 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 рослинного та тваринного походження, сублімаційна сушка біологічних матеріалів у порівнянні з сушко біологічної сировини методом вакуумної переконденсації. Розглядаються питання загальної екстремальної кріотерапії та кріохірургії. Курс допомагає оволодіти фундаментальними систематизованими знаннями в галузі кріобіології для моделювання процесів

впливу кріотемператур на живі тканини та розробки ефективних технологій їх кріоконсервації на сучасному рівні. |

## **Мета та цілі дисципліни**

[Основною метою дисципліни є отримання теоретичних уявлень та практичних навичок, достатніх для продукування нових ідей та розв'язання наукових та практичних завдань у галузі моделювання і оптимізації процесів, що протікають у біологічних тканинах при зовнішньому впливі кріотемператур, ознайомлення з методами і технікою кріообробки біологічної сировини для розділення на фракції або підготовки до тривалого зберігання, а також з сучасною технікою кріотерапевтичного лікування. |

## **Формат занять**

[Лекції, практичні заняття, курсовий проект, самостійна робота. Підсумковий контроль - екзамен. |

## **Компетентності**

СК 02. Здатність критично осмислювати проблем і перспектив розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем

СК 03. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

СК 04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.

СК 06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

## **Результати навчання**

[РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН 2. Здійснювати пошук необхідної інформації у науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах з технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

РН 3. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проектах.

РН 4. Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН 5. Створювати новітні технології та процеси і обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях.

РН 7. Приймати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування в складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

РН 8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

РН 9. Формулювати та вирішувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів.

РН 10. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій.

РН 11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців.

PH 13. Управляти складними робочими процесами у галузі енергетичного машинобудування, у тому числі такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.  
PH 14. Обирати і застосовувати сучасні технології, спеціалізовані пакети програм, інструменти і методи дослідження, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, за результатами досліджень надавати практичні рекомендації.  
PH 15. Використовувати та аналізувати методи оптимізації для розв'язання складних інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування. ]

### **Обсяг дисципліни**

[Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 48 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 116 год. ]

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

[Для успішного проходження даного курсу необхідні знання та навички, що були надбані у результаті вивчення наступних дисциплін: Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів, Питання тепломасообміну в холодильній техніці, Теоретичні основи холодильної та криогенної техніки, Конструкційні особливості низькотемпературних установок. ]

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

[Вивчення матеріалу відбувається в процесі лекційних занять за допомогою мультимедійних технологій (тематичні фільми, презентації), екскурсій на підприємства енергетичного профілю. Особливістю дисципліни є проходження проміжного контролю у вигляді ігрових занять.

### **Програма навчальної дисципліни**

#### **Теми лекційних занять**

Тема 1. Світовий ринок криогенних рідин в розвинених країнах, структура вживання криогенних рідин.  
Тема 2. Конструкція сучасних установок для екстракції зрідженими хладачами та принципи їхньої роботи  
Тема 3. Особливості уповільнення флуктуаційних процесів в охолоджувальних конденсованих системах.  
Тема 4. Термодинамічні параметри екстракції ліпідних фракцій зрідженими хладачами. Переваги технології.  
Тема 5. Склад і структура води.  
Тема 6. Особливості властивостей води у порівнянні з аналогами.  
Тема 7. Фазові перетворення при кристалізації води, фази льоду.  
Тема 8. Атомарна, молекулярна, клітинна та тканинна структури біологічних систем.  
Тема 9. Механізми пошкодження біоб'єктів, що заморожуються.  
Тема 10. Розбаланс швидкостей хімічних реакцій в охолоджуваних біологічних системах та пов'язані з цим механізми їх пошкодження.  
Тема 11. Основні принципи захисту криоконсервованих біосистем за допомогою криопротекторних речовин.  
Тема 12. Особливості технології швидкого заморожування біологічної сировини азотними парарідінними потоками.  
Тема 13. Загальна екстремальна криотерапія.  
Тема 14. Криохірургія: переваги та перспективи.  
Тема 15. Конструкції сучасних азотних криотунелів.  
Тема 16. Особливості екстракції ліпідних фракцій зрідженими хладачами.  
Тема 17. Криосублімаційне фракціонування біологічної сировини рослинного та тваринного походження. Термодинамічні аспекти даного технологічного підходу.  
Тема 18. Конструктивні особливості комплексів криосублімаційного фракціонування та приклади реалізації технології.  
Тема 19. Узагальнена конструкція сучасних сублімаційних комплексів.

Тема 20. Сублімаційна сушка (ліофілізація) біологічних матеріалів. Основні переваги даної технології.

Тема 21. Термодинамічні параметри сублімаційної сушки.

Тема 22. Конструкції кульових та роторно-ударних кріомлінів. Основні параметри та конструктивні особливості обладнання, що використовується. ]

### Теми практичних занять

[Тема 1. Сушка біологічної сировини способом вакуумної перекоонденсації. Порівняння вакуумної перекоонденсації з сублімаційною сушкою.

Тема 2. Кріогенне подрібнення біологічної сировини рослинного та тваринного походження. Можливості та переваги технології.

Тема 3. Основні технологічні параметри кріогенного подрібнення.

Тема 4. Конструкції кульових та роторно-ударних кріомлінів. Основні параметри та конструктивні особливості обладнання, що використовується. ]

### Теми лабораторних робіт

[Лабораторні заняття в межах даного курсу не передбачені ]

### Самостійна робота

[Опрацювання лекційного матеріалу. Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях. Виконання індивідуального завдання. ]

## Література та навчальні матеріали

[1. Актуальні проблеми кріобіології / Під ред. А.Н. Гольцева. – Харків: ИПКіК НАН України, 2012. – 767 с.

2. Основи кріобіології та кріомедицини / [Жегунов Г.Ф., Нардід О.А., Стегній Б.Т. та ін.; під ред. Жегунова Г.Ф. і Нардіда О.А.] – Харків: 2019. – 616 с.

3. Білоус А.М. Кріобіологія / А.М. Білоус, В.И. Грищенко. – К.: Наукова думка, 1984. – 431 с.

4. Кріобіологія і біотехнологія / [А.А. Цуцаєва, В.Г. Попов, К.М. Ситнік та ін.; Під ред. А.А. Цуцаєвой] – К.: Наукова думка, 1987. – 216 с.

5. Вплив кріопротекторів на біологічні системи / [Т.Н. Юрченко, В.Ф. Козлова, Б.А. Скорняков та ін.]. – К.: Наукова думка, 1989. – 240 с.

6. Кріопротектори / [Н.С. Пушкарь, М.И. Шраго, А.М. Білоус, Ю.В. Калугін]. – К.: Наукова думка, 1978. – 204 с.

7. Life in the Frozen State / ed. By B.J. Fuller, N. Lane, E.E. Benson. – Boca Raton, CRC Press, 2004. – 672 p.

2. Пушкарь Н.С. Введення в кріобіологію / [Н.С. Пушкарь, А.М. Білоус]. – К.: Наукова думка, 1975. – 342 с.

8. Cryopreservation and freeze-drying protocols : [edited by J. G. Day, G. N. Stacey. – 2nd ed.] . – Totowa, New Jersey : Humana Press Inc., 2007. – 348 p. – (Methods in molecular biology : series editor J. M. Walker).

9. Веркін Б.И. Кріогенна техніка. – Київ: Наукова думка, 1985. -195 с.

10. Франів А. Фізика низьких температур : навч. посібник / А. Франів, В. Стадник, В. Курляк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 362 с.

11. Арсен'єв В. М. Кріогенна техніка: основи теорії і розрахунку циклів кріогенних установок : навч. посіб. / В. М. Арсен'єв, В. М. Козін. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 272 с.

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

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії, розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: онлайн тести, курсовий проект.

### 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

Студент 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

Дата погодження, підпис  
30.08.23 р.

Завідувач кафедри  
Вадим СТАРІКОВ

Дата погодження, підпис  
30.08.23 р.

Гарант ОП  
Олена АВДЄЄВА