

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Медичні кріотехнології**

Рівень вищої освіти Перший  
(перший (бакалаврський); другий (магістерський); третій (освітньо-науковий))

Освітня програма Прикладна фізика та наноматеріали,  
Медична фізика

Спеціалізація (за наявності) \_\_\_\_\_

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “29” серпня 2023 р.

м. Івано-Франківськ – 2023 р.

## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Медичні кріотехнології
Викладач (і)	Яворський Ярослав Святославович
Контактний телефон викладача	0978033616
E-mail викладача	<a href="mailto:yaroslav.yavorskyi@pnu.edu.ua">yaroslav.yavorskyi@pnu.edu.ua</a>
Формат дисципліни	Очний
Обсяг дисципліни	3 кредити ЄКТС, 60 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua/">https://d-learn.pnu.edu.ua/</a>
Консультації	Згідно з графіком консультацій

## 2. Анотація до навчальної дисципліни

Дисципліна «Основи низькотемпературних технологій» є вибірковою дисципліною циклу дисциплін вільного студента і націлена на оволодіння студентом знань та навичок по принципу дії різних типів низькотемпературного обладнання.

## 3. Мета та цілі навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни “Медичні кріотехнології” є ознайомити студентів з основами термодинаміки охолодження та застосовуваних процесів разом із властивостями кріогенних рідин. Акцент робиться на фундаментальних інженерних технологіях кріогенного обладнання, яке включає властивості матеріалів при низьких температурах, технології ізоляції та конструкції. Низькотемпературні технології є порівняно молодою галуззю машинобудування з майбутнім потенціалом і є незамінними для прискорювальних і космічних технологій, деяких медичних технологій, промисловості, надпровідності та фундаментальних досліджень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: основні властивості матеріалів при низьких температурах, хімічні, кінетичні та термодинамічні процеси при низьких температурах, методи визначення основних характеристик низькотемпературних матеріалів, системи охолодження рідкими і твердими кріогенами, пристрої і комплектуючі для роботи при низьких температурах, техніку безпеки при роботі з кріогенними рідинами. Вміти: визначити оптимальні матеріали для роботи в різних діапазонах низьких температур, визначити основні характеристики низькотемпературних матеріалів, вміти застосовувати основні засоби і заходи безпеки при роботі кріогенними рідинами.

## 4. Організація навчання

Обсяг навчальної дисципліни	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	14
семінарські заняття / практичні / лабораторні	16
самостійна робота	60

Ознаки навчальної дисципліни			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
8	105 Прикладна фізика та наноматеріали	4	Вибіркові дисципліни

Тематика навчальної дисципліни			
Тема	кількість год.		
	лекції	заняття	сам. роб
Тема 1. Кріогенні температури. Методи і технології охолодження до кріогенних температур.	1	2	6
Тема 2. Хімія, термодинаміка та процеси матеріалів при низьких температурах. Джерела енергії для перетворення низькотемпературних матеріалів. Хімія при кріогенних температурах. Кінетичні та термодинамічні процеси при дуже низьких температурах	2	2	8
Тема 3. Тверді речовини та рідини при низьких температурах. Рідкі матеріали при низьких температурах. Властивості води і водних систем. Властивості неводних систем. Властивості матеріалів п'єзоелектричних матеріалів при кріогенних температурах	2	2	8
Тема 4. Методи визначення характеристик низькотемпературних матеріалів. Матеріали та аналізи процесів. Аналізатори зображення та візуалізації. Матеріали та металургійні аналізатори	2	2	8
Тема 5. Системи охолодження для досягнення кріогенних температур. Охолодження рідкими	2	2	8

кріогенами. Охолодження твердими кріогенами. Класифікації та практичні системи кріоохолоджувачів. Розробка та розміри кріогенної системи охолодження. Застосування та інтеграція кріоохолоджувача			
Тема 6. Низькотемпературна електроніка. Транзистори та діоди SiGe. Оптичні пристрої. Пристрої хронометражу. Упаковка низькотемпературної схеми. Низькотемпературний корпус.	2	2	8
Тема 7. Низькотемпературні матеріали та механізми: застосування та проблеми. Проблеми з використанн	1	2	6
Тема 8. Техніка безпеки під час роботи з кріогенними рідинами. Контейнери для зберігання. Заходи з контролю безпеки. Адміністративний контроль/Практика безпечної роботи. Засоби індивідуального захисту	2	2	8
ЗАГ.:	14	16	60

## 5. Система оцінювання навчальної дисципліни

Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (екзамен). Поточний контроль передбачає оцінювання усних відповідей на лекційних заняття, результатів тестування, та виконання завдань практичних занять. Підсумковий контроль здійснюється на основі накопичених балів протягом семестру в процесі поточного контролю.
Вимоги до письмових робіт	
Семінарські заняття	
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності позитивних результатів тестування по тематиці практичних занять.
Підсумковий контроль	Форма контролю – залік. Форма здачі – комбінована. Структура білета і розподіл балів за завдання: 3 питання по 33 бали

## 6. Політика навчальної дисципліни

### Письмові роботи:

У разі виконання завдання здобувачем освіти пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка за завдання – «незадовільно», відповідно до [«Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» \(введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019\)](#) (див. ст. 4-5).

Ознайомитися із положенням можна за посиланням: <https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/>

### Академічна доброчесність:

Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету:

- Кодекс честі Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
- Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.
- Положення про запобігання академічному плагіату та інших видів академічної нечесності у навчальній та науково-дослідній роботі здобувачів освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника .
- Положення про запобігання академічному плагіату у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.
- Склад комісії з питань етики та академічної доброчесності у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.
- Лист МОН України «До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності».

Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням:

<https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/>

### Відвідування занять

Можливість і порядок відпрацювання пропущених здобувачем освіти занять регламентується [«Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності здобувачів освіти ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» \(введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019\)](#) (див. ст. 4).

Ознайомитися з положенням можна за посиланням: <https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/>

### Неформальна освіта:

Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується [«Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» \(введено в дію наказом ректора №819 від 29.11.2019\)](#) Ознайомитися із положенням можна за посиланням:

<https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/>

## 7. Рекомендована література

1. Криловський, В. С., and В. І. Білецький. "Техніка низьких температур." (2009).
2. Щоголь, А. О., and К. Ю. Печерська-Громадська. "Фізика низьких температур. Надпровідність." (2019).
3. Шабло, Є., and В. Басов. *Досягнення сучасної фізики низьких температур*. Diss. Сумський державний університет, 2014.
4. Ковалевский, М. Ю., С. В. Пелетминский. *Фізика низьких температур*."
5. Дацько, Сергій Павлович. "Розвиток фізики низьких температур в Україні." *ОСВІТА І*

*НАУКА 1 (2021).*

**Допоміжна**

1. Yoseph Bar-Cohen. Low Temperature Materials and Mechanisms. Boca Raton. 2016.
2. Tatiana Morosuk and Muhammad Sultan. Low-temperature Technologies. London. 2020.
3. White, G. K., and P. Meeson, Experimental Techniques in Low-Temperature. New York. 2002..

Яворський Я.С., доцент кафедри фізики  
і хімії твердого тіла