

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ
«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ КРІОГЕННОЇ ТЕХНІКИ»**

Мова навчання – *українська*

Шифр та найменування галузі знань *G «Інженерія, виробництво та будівництво»*

Код та найменування спеціальності *G4 «Енерговиробництво (G 4.04 Холодильні та кліматичні технології)»*

Освітньо-наукова програма *Енергетичне машинобудування*

Ступінь вищої освіти *доктор філософії*

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності *G4 «Енерговиробництво (G 4.04 Холодильні та кліматичні технології)»*
«08» вересня 2025 р. протокол № 1

Реєстраційний номер в у відділі аспірантури та докторантури

03-142-2024A

1. Загальна інформація

Кафедра: [Кріогенної техніки](#)
Викладач: [Симоненко Юрій Михайлович](#), завідувач
кафедри кріогенної техніки, доктор технічних
наук, професор



Контакти:
simonenko.op@cloud.ontu.edu.ua,
048-720-91-21

Профайл

Освітній компонент «Актуальні проблеми кріогенної техніки» викладається на другому курсі у першому семестрі для денної та заочної форм навчання

Кількість: кредитів - 3, годин – 90

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	практичні
денна	44	20	24
заочна	18	10	8
Самостійна робота, годин	Денна – 46		Заочна – 72

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Предметом вивчення освітнього компонента «Актуальні проблеми кріогенної техніки» є нові тенденції та напрямки у розвитку та впровадженні низькотемпературних систем перетворення енергії. Дисципліна є базовою у підготовці доктора філософії для виконання дисертаційної роботи та безпосередньо для практичної діяльності фахівця на виробництві. Програмою дисципліни передбачено зв'язок з дисциплінами – «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Теоретичні основи кріогенної техніки», Кріогенні технології», «Вакуумна техніка», «Кріогенна техніка», та ін.

3. Мета освітнього компоненту

Метою викладання початкової дисципліни «Актуальні проблеми кріогенної техніки» є формування у майбутнього доктора філософії об'єму базових теоретичних знань та практичних навичок у галузі дослідження та проектування систем кріогенної техніки. Основними завданнями вивчення дисципліни «Актуальні проблеми кріогенної техніки» є формування у здобувача ступеня доктора філософії комплексу теоретичних та практичних знань відносно нових тенденції та напрямків у розвитку та впровадженні низькотемпературних систем перетворення енергії, вивчення Міжнародних документів галузевих стандартів, що регламентують діяльність у галузі 14 «Електрична інженерія», для прийняття обґрунтованих та економічно ефективних технічних рішень під час проектування кріогенних систем на засадах енергозбереження та екологічної безпеки.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Актуальні проблеми кріогенної техніки» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [освітньо-науковій програмі «Енергетичне машинобудування»](#) підготовки магістрів.

Інтегральна компетентність

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері енергетичного машинобудування, що передбачає глибоке переосмислення наявних і створення нових цілісних

знань та/або професійних практик, застосовувати новітні методології наукової, педагогічної, професійної діяльності, здійснювати власні наукові дослідження, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері енергомашинобудування на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності

ЗК03. Здатність працювати автономно.

ЗК 05. Здатність розробляти та управляти проектами.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК01. Здатність планувати і виконувати оригінальні дослідження на відповідному рівні, досягати наукових результатів, які можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях, впроваджені у практичну діяльність, що створюють нові знання у сфері енергетичного машинобудування та/або дотичних до них міждисциплінарних напрямках.

СК02. Здатність продукувати, обґрунтувати нові ідеї, гіпотези і моделі, та приймати науково обґрунтовані рішення у сфері енергетичного машинобудування.

СК05. Здатність до критичного переосмислення і розвитку сучасних теорій, методологій, об'єктів досліджень й практик із застосуванням системного підходу до врахування проблемних аспектів з різних галузей знань у сфері енергетичного машинобудування.

Програмні результати навчання:

РН02. Глибоко розуміти загальні принципи та методи технічних наук, методологію наукових досліджень, застосовувати їх в процесі проведення власних досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також у викладацькій практиці.

РН03. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні технології.

РН07. Аналізувати та оцінювати стан, тенденції розвитку енергетичного машинобудування, застосовувати сучасні методології, методи та інструменти для вирішення актуальних проблем у професійній практиці.

РН09. Планувати і виконувати теоретичні та/або емпіричні дослідження з використанням сучасних методів й інструментів, здійснювати критичний аналіз результатів власних або сторонніх досліджень у контексті усього комплексу сучасних знань щодо проблем у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямів, з дотриманням норм академічної і професійної етики.

РН10. Ініціювати, розробляти, реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявні та/або отримати нові цілісні знання, розв'язувати проблеми енергетичного машинобудування з урахуванням етичних, соціальних, економічних, екологічних і правових аспектів.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних завдань

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. Використання рідкого азоту і рідкого кисню			
1	Вступ. Загальні положення. Основні напрямки використання зріджених кріогенних речовин в техніці. Оксіліквіти. історія використання рідкого кисню для створення оксіліквітів.	2	2
2	Використання низьких температур для утворення нерухомих посадок. Методи розрахунку нерухомих посадок, що створюються за допомогою охолодження у рідкому азоті.	2	-
3	Використання зрідженого азоту для зберігання та транспортування	2	2

	плодоовочевої продукції. Конструкції ізотермічних кузовів розроблених в Україні і за кордоном, які охолоджуються зрідженим азотом.		
4	Кріопомел. Використання кріопомелу в медицині та харчової промисловості. Перспективи застосування кріопомелу. Методи та засоби кріопомелу. Конструкції приладів для кріопомелу.	2	-
5	Особливості впливу низьких температур на живі клітини. Сучасні теорії кріопошкодження	2	-
Змістовний модуль 2. Застосування інших кріогенних речовин			
6	Історія створення та розвитку кріогенних систем життєзабезпечення. Підводні та теплозахисні кріогенні системи життєзабезпечення. Необхідність відбору рідини з кріогенного посуду. Структура кріогенних систем життєзабезпечення	2	2
7	Типи відбірників рідини, які використовуються у кріогенних системах життєзабезпечення. Капілярно-пористі відбірники рідини. Конструкції відбірників рідини, які використовуються у кріогенних системах життєзабезпечення та космічних апаратах. Методи розрахунку відбірників рідини.	2	-
8	Теплозахисні кріогенні системи життєзабезпечення, їх переваги над іншими видами теплозахисних систем. Кріогенні теплозахисні системи конвективного та кондуктивного типу.	2	2
9	Виробництво, транспорт і використання зрідженого природного газу. Структура світового виробництва та використання зрідженого природного газу. Використання ексергії зрідженого природного газу.	2	-
10	Історія відкриття і використання надпровідності. Сучасні надпровідні прилади, їх призначення та принцип роботи. Високотемпературна надпровідність, відкриття та дослідження.	2	2
Разом за ОК:		20	10

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Використання рідкого азоту в машинобудуванні.	2	2
2	Конструкції приладів для кріопомелу	2	2
3	Реальні гази і газові суміші	2	-
4	Сучасні технології консервування живих клітин та організмів холодом	2	2
5	Методи розрахунку елементів кріогенних теплозахисних систем.	2	2
Всього за ОК:		10	8

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Використання рідкого азоту в машинобудуванні. Фізичні процеси, які протікають в металах при низьких температурах. Поліпшення якості сталі при кріогенних температурах. Стабілізація розмірів та форми деталей при кріогенних температурах.	12	14
2	Використання зрідженого азоту при обробці гумових та пластмасових виробів. Використання низьких температур для	12	14

	якісного згрібання тонкостінних труб.		
3	Методи розрахунку ізотермічних кузовів та сховищ для плодовоовочевої продукції, які охолоджуються зрідженим азотом.	12	14
4	Застосування кріоконсервування для збереження клітин крові. Кріоконсервація ембріонів і тканин.	12	14
5	Використання зрідженого водню. Ракетна техніка, транспорт, воднева енергетика.	12	16
Всього за ОК:		60	72

6. Система оцінювання та вимоги

Контроль успішності навчання здобувача проводиться у формах вхідного, поточного і підсумкового контролів.

Вхідний контроль якості навчання здійснюється на початку курсу проведенням перевірки залишкових знань здобувачів за ОК, що забезпечують вивчення даного освітнього компоненту (діагностика первинних знань здобувачів).

Формами поточного контролю є:

- письмові контрольні роботи за окремими темами або модульні контрольні роботи;
- тестування знань здобувачів з певних тем або з певних окремих питань ОК;
- виконання і захист практичних/лабораторних робіт;
- усне опитування;
- тощо.

Підсумковий контроль – **екзамен**.

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	денна	заочна
Змістовний модуль 1. Використання рідкого азоту і рідкого кисню		
Лекційний курс*	10	10
Практичні роботи*	10	10
Самостійна робота*	5	5
Тестування*	10	10
Всього за змістовний модуль 1	35	35
Змістовний модуль 2. Застосування інших кріогенних речовин		
Лекційний курс*	10	10
Практичні роботи*	10	10
Самостійна робота *	5	5
Тестування*	10	10
Всього за змістовний модуль 2	35	35
Екзамен	30,0	30,0
Всього	100,0	100,0

*Є можливість визнання результатів неформальної освіти відповідно до п.2 [Положення про порядок перезарахування результатів навчання \(навчальних дисциплін\) в Одеському](#)

Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів
Підсумковий контроль – екзамен

27-30 балів	якщо здобувач демонструє повні й глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь і навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, високу комунікативну культуру	відмінно
23-26 балів	якщо здобувач виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки й неточності	дуже добре
18-22 бали	якщо здобувач засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними умінями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури	задовільно
0-17 балів	якщо здобувач не володіє необхідними знаннями, умінями й навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури	незадовільно

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

Денна	Заочна		
3,5 – 4,0 балів	4,0 – 5,0 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
2,0 – 3,4 балів	2,5 – 3,9 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	добре
1,0 – 1,9 балів	1,0 – 2,4 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 – 0,9 балів	0 – 0,9 балів	Практична робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Лекційний курс

15 - 20 балів	Здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі і всебічні знання відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий	відмінно
10 – 14,9 балів	Здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи	добре

	інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту	
5 – 9,9 балів	Здобувач в основному опанував теоретичними знаннями навчальної теми або дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають у студента невпевненість або відсутність стабільних знань	достатньо
0-4,9 балів	Здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення	незадовільно

Самостійна робота

6 – 10 балів	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	зараховано
0 – 5 балів	Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незараховано

Тестування (у рамках одного модулю)

9,0-10,0	90 - 100 % правильних відповідей	відмінно
8,0 -8,9	74 – 89% правильних відповідей	дуже добре
7,0 – 7,9	60 – 73% правильних відповідей	добре
5,0 – 6,9	35 – 59 % правильних відповідей	достатньо
0 – 4,9	0-35 % правильних відповідей	незадовільно

7. Засоби діагностики успішності навчання

Методи навчання, які використовуються у процесі проведення занять, а також самостійних робіт за ОК:

Лекційні заняття: Словесні методи: розповідь, пояснення, бесіда, дискусія; Наочні: ілюстрація, спостереження, демонстрація; пояснювально-демонстративний метод, проблемний виклад.

Практичні заняття: аналіз конкретних ситуацій (проблемних, звичайних, нетипових); групове обговорення питання; дискусії, виконання ситуаційно-розрахункових задач, інтерактивні методи навчання (проблемне навчання, робота в малих групах, кейс-метод, мозговий штурм, проєктний метод), тренінг, технології ситуативного моделювання, технології опрацювання дискусійних питань

Лабораторні заняття: виконання лабораторних дослідів з наступних захистом результатів досліджень.

Самостійна робота: робота з навчально-методичними матеріалами, робота зі статистично-аналітичними звітами, складання планової та звітної документації, науково-дослідна робота здобувачів (методи пізнання, аналогій, оцінка, ілюстрація тощо), складання скетчів за темами лекцій, реферування, конспектування)

8.Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Кріогенні технології видобування рідкісних газів: конспект лекцій: для здобувачів освіти

- галузі знань 14 "Електрична інженерія", спец. 142 "Енергетичне машинобудування" / Ю. М. Симоненко, В. Л. Бондаренко ; Каф. кріогенної техніки. — Одеса : ОНАХТ, 2022. — 113 с. — Електрон. текст. дані. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1809511>
2. Арсеньєв В.М. Кріогенна техніка: основи теорії і розрахунку циклів кріогенних установок [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. М. Арсеньєв, В. М. Козін. — Суми : СумДУ, 2021. — 272 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2033458>.
3. Cryogenic technology and low-temperature machines: lecture notes: Written according to academic course working programme for 14 "Electrical Engineering" field of study students, programme subject area 142 "Power Machinery" / М. Kravchenko ; Department of Cryogenic Engineering. — Odesa : ONAFT, 2022. — 105 p. — Електрон. текст. дані. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1809359>.
4. Повітророздільні установки: конспект лекцій для здобувачів освіти галузі знань 14 "Електрична інженерія", спец. 142 "Енергетичне машинобудування" / Б. Г. Грудка, А. М. Басов ; Каф. кріогенної техніки. — Одеса : ОНАХТ, 2022. — 57 с. — Електрон. текст. дані. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1809319>.
5. Air separation units for cryogenic products: lecture notes: Written according to academic course working programme for 14 "Electrical Engineering" field of study students, programme subject area 142 "Power Machinery" / М. Kravchenko ; Department of Cryogenic Engineering. — Odesa : ONAFT, 2022. — 73 p. — Електрон. текст. дані. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1809475>.
6. Технічна термодинаміка і теплообмін [Текст] : підручник / О. А. Вассерман, О. Г. Слинко. — Одеса : Фенікс, 2019. — 496 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1596075>.

Додаткові:

1. Cryogenic Technologies of Rare Gases Extraction [Текст] = Кріогенні технології добування рідких газів : monograph / V. L. Bondarenko, Yu. M. Simonenko. — Odessa : Astroprint, 2014. — 312 p. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT-cnv.BibRecord.166505>.
2. Stirling and Vuilleumier heat pumps: design and applications / Jaroslav Wurm et al. – USA: MyGraw-Hill Inc., 1991. – 252 p. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2155402>.
3. Balmer, R. (1990) Modern engineering thermodynamics. Elsevier Inc, 827. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2154668>.

9. Політика освітнього компоненту

Політика всіх освітніх компонент в ОНТУ є уніфікованою та визначена з урахуванням законодавства України, [Корпоративному кодексу ОНТУ](#), [Кодексу академічної доброчесності ОНТУ](#), [Положення про організацію освітнього процесу ОНТУ](#), [Положення про порядок перезарахування результатів навчання \(навчальних дисциплін\) в ОНТУ](#), [вимог ISO 9001:2015](#) та [роботодавців](#).

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри кріогенної техніки
Протокол від «28» серпня 2025 р. № 1

Д.т.н, професор, завідувач кафедри
кріогенної техніки, Гарант ОНП
«Енергетичне машинобудування»



Юрій СИМОНЕНКО