МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«ГЕЛІЄВІ ТА ВОДНЕВІ КРІОГЕННІ СИСТЕМИ»

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-професійна програма «***Холодильні машини, установки і кондиціювання повітря»***

Ступінь вищої освіти ***бакалавр***

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 навчальному відділі

К 26-24

1. Загальна інформація



Кафедра: Кріогенної техніки
Викладач: Грудка Богдан Геннадійович, доцент кафедри кріогенної техніки, кандидат технічних наук

Контакти:
Профайл bogdangennadievich@gmail.com,
048-720-91-16

Освітній компонент «Гелієві та водневі кріогенні системи» викладається на четвертому курсі у сьомому семестрі для денної форми навчання
Кількість: кредитів - 3, годин – 90

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	42	26	-	16
заочна	-	-	-	-
Самостійна робота, годин	Денна – 48		Заочна –	

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент «Гелієві та водневі кріогенні системи» спрямований на ознайомлення слухачів з процесами та методами, які використовуються для отримання температур нижчих за 30 К, та ознайомити з особливостями схем та апаратів установок для зрідження гелію, неону та водню. Основним завданням викладання освітнього компоненту є якісна підготовка здобувачів вищої освіти до виробничо-технологічної діяльності та формування знань та навичок, необхідних для вирішення фахових питань в сфері кріогенної техніки. Зокрема, створити міцну теоретичну базу для фахівця в галузі кріогенної техніки і технології; закласти фундамент технічної ерудиції; навчити слухача вирішувати інженерні задачі, пов'язані з розрахунком, конструюванням, обслуговуванням та експлуатацією кріогенних установок для зрідження гелію, неону та водню.

Освітній компонент «Гелієві та водневі кріогенні системи» базується на знаннях, отриманих здобувачем вищої освіти в результаті вивчення освітніх компонент «Вища математика», «Фізика», Хімія», «Технічна термодинаміка», «Тепло-масообмін», «Кріогенна техніка», «науково-дослідна практика», та ін.

3. Мета освітнього компоненту

Метою викладання освітнього компоненту «Гелієві та водневі кріогенні системи» є надання здобувачам вищої освіти комплексних знань в галузі термодинамічних процесів, які використовуються для отримання кріогенних температур нижчих за 30 К і схемами та апаратами кріогенних установок для зрідження гелію, неону та водню, кріогенним забезпеченням надпровідності та надплинності.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Теоретичні основи розділення сумішей» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті вищої освіти зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування», та освітньої програми «Холодильні машини, установки і кондиціювання повітря» підготовки бакалаврів.

Інтегральна компетентність

Здатність розв’язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
ЗК11. Навички міжособистної взаємодії.
ЗК12. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня.
ЗК14. Навички здійснення безпечної діяльності.
ЗК15. Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.
ЗК16. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування.
ФК2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії
ФК5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування проектуванні та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.
ФК6. Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали та способи реалізації основних теплотехнологічних процесів при створенні нового обладнання в галузі енергомашинобудування і застосовувати прогресивні методи експлуатації теплотехнологічного обладнання для об’єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки.
ФК11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

Програмні результати навчання:

ПР2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.
ПР5. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.
ПР7. Проектувати об’єкти енергетичного машинобудування, застосовувати сучвсні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі.
ПР10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.
ПР13 Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних завдань

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. Зрідження та використання рідкого гелію			
1	Вступ. Історія отримання та зрідження гелію. Сучасні технології отримання гелію.	2	
2	Надплинність гелію, та основні ефекти у надплинному гелію. Двокомпонентна теорія надплинного гелію	2	
3	Відкриття надпровідності. Властивості надпровідників, ефект Мейснера. Високотемпературна надпровідність	2	
4	Температура інверсії. Дросельні цикли для зрідження гелію, неону та водню.	2	
5	Вступ. Історія отримання та зрідження гелію. Сучасні технології отримання гелію.	2	
6	Надплинність гелію, та основні ефекти у надплинному гелію. Двокомпонентна теорія надплинного гелію	2	
7	Відкриття надпровідності. Властивості надпровідників, ефект Мейснера. Високотемпературна надпровідність	2	
Змістовний модуль 2. Зрідження та використання рідких водню та неону			
8	Історія отримання та зрідження неону та водню. Сучасні методи отримання та очищення неону.	2	
9	Сучасні методи отримання водню. Воднева енергетика.	2	
10	Розрахунок витрати енергії в дросельного циклу для зрідження водню з попереднім охолодженням рідким азотом. Детандерні цикли для зрідження водню та їх особливості.	4	
11	Зріджувачі водню на базі гелієвого циклу Брайтона.	2	
12	Застосування неону у сучасному світі. Установки для зрідження неону.	2	
Разом за ОК:		**26**	

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Використання гелію в народному господарстві, науці та техніці.	2	
2	Квантові ефекти в рідкому гелії	2	
3	Методи розрахунку дросельних циклів для зрідження гелію	2	
4	Методи розрахунку детандерних циклів для зрідження гелію	2	
5	Воднева енергетика. Використання водню на транспорті	2	
6	Методи розрахунку дросельних циклів для зрідження водню з урахуванням орто-параконверсії	2	
7	Методи розрахунку циклів для зрідження водню з на базі гелієвого циклу Брайтона	2	
8	Використання неону в науці та техніці	2	
Всього за ОК:		**16**	

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Використання водню в ракетній техніці. Транспортування рідкого водню. Орто-пара конверсія водню.	8	
2	Методи розрахунку сучасних схем детандерних зріджувачів гелію.	8	
3	Перспективні схеми установок для зрідження водню.	6	
4	Схеми сучасних зріджувачів гелію, які використовуються для охолодження надпровідникових магнітів.	8	
5	Кріогенне акумулювання енергії та його перспективи. Кріогенна економіка.	8	
6	Вивчення методів отримання вакууму для вакуумної теплоізоляції.	8	
Всього за ОК:		**48**	

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 робіт;*
- *усне опитування;*
- *тощо.*

Підсумковий контроль – ***екзамен.***

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	денна	заочна
Змістовний модуль 1. Зрідження та використання рідкого гелію		
Лекційний курс*	6	
Практичні роботи*	16	
Самостійна робота*	5	
Тестування*	8	
Всього за змістовний модуль 1	**35**	
Змістовний модуль 2. Зрідження та використання рідких водню та неону		
Лекційний курс*	6	
Практичні роботи*	14	
Самостійна робота *	5	
Тестування*	10	
Всього за змістовний модуль 2	**35**	
Екзамен	**30**	
Всього	**100,0**	

*Є можливість визнання результатів неформальної освіти відповідно до п.2 Положення про порядок перезарахування результатів навчання (навчальних дисциплін) в Одеському національному технологічному університеті.

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 уміннями 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, уміннями й навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури	незадовільно

Лекційний курс

8 - 12 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
5 – 7,9 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 інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту	добре
2 – 4,9 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
0-2 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

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

Денна		
3,5 – 3,75 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
3,0 - 3,4 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
2,5 – 2,9 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
2,1 – 2,4 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-2 балів	Практична робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	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)

12,0-18,0	90 - 100 % правильних відповідей	відмінно
8,0 -11,9	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
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. Air separation units for cryogenic products : lecture notes [Електронний ресурс] : Written according to academic course working programme "Air separation units for cryogenic products" for 14 "Electrical Engineering" field of study students, programme subject area 142 "Power Machinery", degree "Master" / M. Kravchenko ; Department of Cryogenic Engineering. — Odesa :

ONAFT, 2022. — 73 p. — Електрон. текст. дані. https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1809475.
2. Повітророздільні установки : конспект лекцій [Електронний ресурс] : для здобувачів освіти галузі знань 14 "Електрична інженерія", спец. 142 "Енергетичне машинобудування", СВО "Бакалавр" / 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=OdONAHT.1809319.
3. Кріогенні технології видобування рідкісних газів: конспект лекцій [Електронний ресурс] : для здобувачів освіти галузі знань 14 "Електрична інженерія", спец. 142 "Енергетичне машинобудування", СВО "бакалавр" / 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=OdONAHT.1809511
4. 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=OdONAHT.2033458.
5. Cryogenic technology and low-temperature machines: lecture notes [Електронний ресурс] : Written according to academic course working programme "Cryogenic technology and low-temperature machines " for 14 "Electrical Engineering" field of study students, programme subject area 142 "Power Machinery", degree "Bachelor" / M. Kravchenko ; Department of Cryogenic Engineering. — Odesa : ONAFT, 2022. — 105 p. — Електрон. текст. дані. https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1809359.
6. Газифікаційні установки: конспект лекцій [Електронний ресурс]: для здобувачів освіти галузі знань 14 "Електрична інженерія", спец. 142 "Енергетичне машинобудування", СВО "магістр" / Б. Г. Грудка, А. М. Басов ; Каф. кріогенної техніки. — Одеса: ОНАХТ, 2022. — 79 с. https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1809392.

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.

Викладач Богдан ГРУДКА

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри кріогенної техніки

Протокол від *«28» серпня 2025 р. № 1*

Завідувач кафедри Юрій СИМОНЕНКО

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП «Холодильні машини, установки і кондиціювання повітря», доцент кафедри холодильних установок і кондиціювання повітря Володимир ТРАНДАФІЛОВ