

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



**СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ
«ПОВІТРОРІЗДІЛЬНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ
КРІОГЕННИХ ПРОДУКТІВ»**

Мова навчання – *українська*

Шифр та найменування галузі знань *14 «Електрична інженерія»*

Код та найменування спеціальності *142 «Енергетичне машинобудування»*

Освітньо-професійна програма *Кріогенні технології виробництва, зрідження
і транспортування природних газів*

Ступінь вищої освіти *магістр*

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності *142 «Енергетичне машинобудування»*
«19» вересня 2024 р. протокол № 1.

Реєстраційний номер в навчальному відділі НЦООП

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 «Повітророздільні установки для одержання кріогенних продуктів» викладається на першому курсі у другому семестрі для денної та заочної форм навчання

Кількість: кредитів - 5, годин – 150

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	практичні
денна	50	30	20
заочна	16	10	6
Самостійна робота, годин	Денна – 100		Заочна – 134

[Розклад занять](#)

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент «Повітророздільні установки для одержання кріогенних продуктів» спрямований на здобуття здобувачами вищої освіти знань про основи і особливості проектування установок розділення повітря для одержання таких кріогенних газів як кисень, азот, аргон та ін. в рідкому і газоподібному стані. Основним завданням викладання освітнього компоненту є якісна підготовка здобувачів вищої освіти до виробничо-технологічної діяльності, зокрема отримання навичок використання теоретичних знань для вирішення прикладних задач в галузі повітророздільної техніки, розвиток у здобувачів вищої освіти творчого підходу при використанні здобутих знань.

Освітній компонент «Повітророздільні установки для одержання кріогенних продуктів» базується на знаннях, отриманих здобувачем вищої освіти в результаті вивчення освітніх компонент «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Гідрогазодинаміка», «Кріогенні технології», «Вакуумна техніка», «Кріогенна техніка», та ін.

3. Мета освітнього компоненту

Метою викладання освітнього компоненту «Повітророздільні установки для одержання кріогенних продуктів» є надання здобувачам вищої освіти знань щодо понять, методів розробки і конструювання повітророздільних установок, а також аналізу ефективності ухвалених рішень, методів розділення сумішей та їх розрахунку.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Повітророздільні установки для одержання кріогенних продуктів» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»](#) та освітньо-професійній програмі [«Кріогенні технології виробництва, зрідження і транспортування природних газів»](#) підготовки магістрів.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі енергетичного машинобудування

Загальні компетентності:

- ЗК 1.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК 2. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
ЗК 7*. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість
ЗК 8*. Прагнення до збереження навколишнього середовища

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- СК 1.** Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування.
СК 4. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.
СК 5. Здатність розробляти та впроваджувати інноваційні проекти і програми, забезпечувати конкурентоздатність продукції, здійснювати техніко-економічне обґрунтування проектів у галузі енергетичного машинобудування.
СК 6. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.
СК 8. Здатність до усвідомлення принципів та норм академічної доброчесності.
СК 9*. Здатність демонструвати та застосовувати передові знання в енергетичному машинобудуванні та засобах криогенної техніки і транспортування зріджених природних газів та перспектив їх розвитку.

Програмні результати навчання:

- 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 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 14*. Впроваджувати інноваційні проекти у галузі криогенних технологій здобування і зрідження природних газів
РН 15*. Здійснювати популяризацію науково-технічних знань в галузі криогенних технологій здобування і зрідження природних газів.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних завдань

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. Загальні принципи проектування повітророздільних установок			
1	Класифікація повітророздільних установок. Номенклатура ПРУ	2	2
2	Загальні принципи проектування повітророздільних установок. Джерела холодопродуктивності. Вибір схеми вузла теплообміну та очищення повітря.	2	-
3	Типова схема ПРУ середньої продуктивності для отримання технічного кисню під тиском.	2	2
4	Визначення температури повітря перед детандером у різноманітних циклах ПРУ.	2	-
5	Вибір схеми вузла теплообміну ПРУ середнього тиску з детандером.	2	-

6	Вибір схеми вузла теплообміну і очищення повітря ПРУ високого тиску з детандером.	2	-
7	Вибір схеми вузла теплообміну і очищення повітря ПРУ низького тиску.	2	2
8	Вибір схеми вузла теплообміну і очищення повітря ПРУ низького тиску для отримання технічного кисню.	2	-
Змістовний модуль 2. Схемні рішення вузлів ректифікації при комплексному розділенні повітря для отримання кисню, азоту та аргону			
9	Основні принципи вибору вузла ректифікації ПРУ.	2	2
10	Колона однократної ректифікації для отримання азоту. Колона двократної ректифікації для отримання кисню.	2	-
11	Визначення тиску в колонах і шляхи підвищення розділової здатності колон.	2	-
12	Вузли ректифікації ПРУ для одночасного отримання кисню і азоту.	2	-
13	Отримання аргону при розділенні повітря. Очищення сирого аргону від кисню методом каталітичного гідрування.	2	2
14	Очистка технічного аргону від азоту.	2	-
15	Розрахунок питомої витрати енергії для отримання продуктів розділу повітря.	2	-
Разом за ОК:		30	10

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розрахунок ПРУ середнього тиску. Мета і завдання розрахунку, схема, Т- S діаграми, початкові дані.	4	2
2	Загальні матеріальні і енергетичні баланси ПРУ. Визначення навантаження конденсатора.	2	-
3	Розрахунок охолоджувачів азотної флегми, кисню і кубової рідини.	4	2
4	Енергетичний баланс основного теплообмінника. Аналіз результатів розрахунку.	4	-
5	Основне рівняння енергетичного балансу блоку розділення повітря. Аналіз результатів розрахунку.	2	2
6	Визначення питомої витрати енергії і оцінка ефективності роботи ПРУ	4	-
Всього за ОК:		20	6

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розрахунок ПРУ високого тиску	10	14
2	Розрахунок ПРУ низького тиску	10	16
3	Розрахунок тиску у ректифікаційних колонах. Завдання за варіантами.	30	40
4	Визначення навантаження дефлегматора	10	12
5	Визначення кількості ректифікаційних тарілок	10	12
6	Визначення термодинамічних параметрів розрахункових точок технологічної схеми ПРУ. Завдання за варіантами.	30	40
Всього за ОК:		100	134

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. Загальні принципи проектування повітророздільних установок		
Лекційний курс*	5	5
Практичні роботи*	15	15
Самостійна робота*	5	5
Тестування*	10	10
Всього за змістовний модуль 1	35	35
Змістовний модуль 2. Схемні рішення вузлів ректифікації при комплексному розділенні повітря для отримання кисню, азоту та аргону		
Лекційний курс*	5	5
Практичні роботи*	15	15
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 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 вміннями 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, вміннями й навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури	незадовільно

Лекційний курс

8 - 10 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	Заочна		
4,5 - 5 балів	8,0 – 10,0 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
4,0 - 4,4 балів	6,0 - 7,9 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
3,5 – 3,9 балів	4,0 – 5,9 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
2,1 – 3,4 балів	2,1 – 3,9 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-2 балів	0-2 балів	Практична робота не відпрацьована	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

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" / М. Kravchenko ; Department of Cryogenic Engineering. — Odesa : ONAFT, 2022. — 73 р. — 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. 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" / М. Kravchenko ; Department of Cryogenic Engineering. — Odesa : ONAFT, 2022. — 105 р. — Електрон. текст. дані. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1809359>.
5. Арсеньев В.М. Кріогенна техніка: основи теорії і розрахунку циклів кріогенних установок [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. М. Арсеньев, В. М. Козін. — Суми : СумДУ, 2021. — 272 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.2033458>.

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=OdONAHT-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=OdONAHT.2155402>.
3. The future of helium as a natural Resource / William J. Nuttall, Richard H. Clarke, Bartek A. Glowacki. — UK: Routledge, Taylor & Francis Group, 2012. — 330 p. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.2156253>

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 «30» серпня 2024 р. № 1

Завідувач кафедри



Юрій СИМОНЕНКО

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП «Кріогенні технології виробництва,
Зрідження і транспортування природних газів»,
професор кафедри кріогенної техніки



Лариса МОРОЗЮК