МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШЕЙ»

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 26-25

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 «Теоретичні основи розділення сумішей» викладається на четвертому курсі у сьомому семестрі для денної форми навчання

Кількість: кредитів - 6, годин – 180

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	практичні
денна	60	32	28
заочна	-	-	-
Самостійна робота, годин	Денна – 120	Заочна –	

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент «Теоретичні основи розділення сумішей» спрямований на здобуття здобувачами вищої освіти знань щодо понять та законів, що складають основу розділення сумішей, способів описання властивостей бінарних та трикомпонентних розчинів, методів розділення сумішей, зокрема, випарних, та методів їх розрахунку. Крім цього, предметом циклу є установки і технології розподілу газових сумішей, переважно не кріогенні, які конкурують з кріогенними методами розділення повітря, які вивчаються у інших курсах. Основним завданням викладання освітнього компоненту є створення теоретичної бази підготовки фахівця в галузі кріогенної техніки і технології; сформувати технічний світогляд, закласти фундамент технічної ерудиції; навчити здобувача ефективно вирішувати практичні інженерні задачі, пов'язані з розробкою, розрахунком, обслуговуванням та експлуатацією установок для зрідження та розділення газових сумішей.

Освітній компонент «Теоретичні основи розділення сумішей» 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 «Теоретичні основи розділення сумішей» є надання здобувачам вищої освіти знань щодо сучасних методів і установками для зрідження природного газу; технологіями і установками для отримання гелію з природного газу, та його очищення від домішок; технологіями транспорту, зберігання та газифікації зрідженого природного газу; установками для отримання кисню і азоту шляхом розділення повітря шляхом короткоциклової безнагрівної адсорбції; установками для мембранного розділення газових сумішей; принципами газової хроматографії та установками для хроматографічного розділення газових сумішей.

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:

ЗК1. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.
ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
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.

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.
ПР6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси

і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.
ПР7. Проектувати об’єкти енергетичного машинобудування, застосовувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі.
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. Основні поняття та закони термодинаміки розчинів. Властивості бінарних та трикомпонентних розчинів. Випарні методи розділення сумішей			
1	Продукти розділення повітря, їх застосування. Корисні та шкідливі продукти розділення повітря.	2	
2	Основи термодинаміки розчинів. Концентрація. Закони ідеальних розчинів. Діаграми бінарних розчинів	2	
3	Просте та фракціоноване випарювання та конденсація. Основні характеристики цих процесів.	2	
4	Дефлегмація. Основні характеристики цього процесу. Тиски в просторах дефлегматора. Теплове навантаження дефлегматора.	2	
5	Ректифікація. Основні умови проходження процесу. Типи апаратів для реалізації процесу. Контактування пару та рідини на ректифікаційній тарілці.	4	
6	Секції ректифікаційних колон. Методи розрахунку процесу ректифікації.	2	
Змістовний модуль 2. Ректифікація та методи її розрахунку. Принципові схеми колон для розділення повітря			
7	Метод Мак-Кеба і Тіле для розрахунку процесу ректифікації бінарних сумішей. Застосування методу для розрахунку ректифікаційних колон.	2	
8	Метод Поншона-Бошняковича для розрахунку процесу ректифікації бінарних сумішей. Застосування методу для розрахунку різних ректифікаційних колон.	4	
9	Граничні випадки під час розрахунку ректифікації. Мінімальні флегмові числа. Мінімальне положення полюсу ректифікації.	2	
10	Основні схеми ректифікаційних колон одноразової та дворазової ректифікації для розділення повітря. Отримання аргону.	2	
11	Методи представлення властивостей трикомпонентних сумішей. Основні методи розрахунку ректифікації таких сумішей. Метод Льюїса-Мачесона розрахунку процесу ректифікації трикомпонентної суміші.	4	
12	Сорбційні методи розділення сумішей, фактори, що впливають на ефективність розділення.	2	
13	Мембранні процеси розділення сумішей. Вплив умов розділення на ефективність процесу.	2	
Разом за ОК:		32	

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Головні поняття та закони термодинаміки розчинів. Визначення масових, мольних, об'ємних концентрацій	2	
2	Способи описання властивостей бінарних та трикомпонентних розчинів.	4	
3	Випарні методи розділення сумішей. Просте випарювання та конденсація.	4	
4	Випарні методи розділення сумішей. Фракціоноване випарювання та конденсація.	4	
5	Випарні методи розділення сумішей. Поточне випарювання та конденсація.	4	
6	Дефлегмація. Основи розрахунку процесу. Визначення теплового навантаження дефлегматора.	4	
7	Ректифікація. Зміни концентрацій та температур під час контактування пара і рідини.	4	
8	Принципові схеми колон для розділення повітря.	2	
Всього за ОК:		**28**	

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Робота з діаграмами бінарних розчинів	20	
2	Аналіз методів розрахунку процесу ректифікації	20	
3	Аналіз схем ректифікаційних колон для розділення повітря	20	
4	Метод Льюїса-Мачесона розрахунку процесу ректифікації трикомпонентної суміші.	20	
5	Розрахунок процесу ректифікації повітря методом Мак-Кеба і Тіле	20	
6	Розрахунок процесу ректифікації повітря методом Поншона-Бошняковича	20	
Всього за ОК:		**120**	

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 – ***диференційований залік.***

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	денна	заочна
Змістовний модуль 1. Основні поняття та закони термодинаміки розчинів. Властивості бінарних та трикомпонентних розчинів. Випарні методи розділення сумішей		
Лекційний курс*	5	
Практичні роботи*	20	
Самостійна робота*	10	
Тестування*	15	
Всього за змістовний модуль 1	**50**	
Змістовний модуль 2. Ректифікація та методи її розрахунку. Принципові схеми колон для розділення повітря		
Лекційний курс*	5	
Практичні роботи*	20	
Самостійна робота *	10	
Тестування*	15	
Всього за змістовний модуль 2	**50**	
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 – диференційований залік

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		
3,5 - 5 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)

9,0-15,0	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. 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.

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.

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 *«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