

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



**СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ
«ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗРІДЖЕНИХ ПРИРОДНИХ ГАЗІВ
МОРЕМ»**

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»*,

галузі знань *14 «Електрична інженерія»*,

«19» вересня 2024 р. протокол № 1

Реєстраційний номер в навчальному відділі НЦООП

1. Загальна інформація

Кафедра: [Кріогенної техніки](#)

Викладач: [Соколовська-Єфименко Вікторія Вікторівна](#),

доцент кафедри т кріогенної техніки, кандидат
технічних наук

Профайл: **Контакти:**

kli24062006@gmail.com,

(048)-720-91-16



Освітній компонент «Транспортування зріджених природних газів морем» викладається на першому курсі у другому семестрі для здобувачів денної та заочної форм навчання

Кількість: кредитів - 6, годин – 180

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	практичні
денна	60	30	30
заочна	20	10	10
Самостійна робота, годин	Денна – 120		Заочна – 160

[Розклад занять](#)

2. Анотація освітнього компоненту

«Транспортування зріджених природних газів морем» є заключним освітнім компонентом (ОК) фахової підготовки магістра, що створює інформаційну базу для використання у кваліфікаційній роботі та безпосередньо для практичної діяльності випускників, професія яких буде пов'язана з проектуванням або експлуатацією танкерів-газовозів або обслуговуванням терміналів. Предметом вивчення освітнього компонента є принципи проектування систем транспортування морем зріджених природних газів в залежності від типу вантажу та стану транспортування.

Програмою освітнього компонента передбачено зв'язок з таких ОК як: «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін». «Теоретичні основи холодильної техніки», «Холодильні машини», «Кріогенна техніка», «Низькотемпературні холодильні машини».

3. Мета освітнього компонента

Метою освітнього компонента «Транспортування зріджених природних газів морем» формування у майбутнього магістра сукупності знань, навичок і умінь у галузі проектування сучасного обладнання для транспортування зріджених газів морем. Основними завданнями вивчення дисципліни «Транспортування зріджених природних газів морем» є формування у здобувача ступеня магістра з спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» комплексу теоретичних та практичних знань відносно освітнього компоненту для прийняття обґрунтованих та економічно ефективних технічних рішень під час проектування та експлуатації обладнання морського виконання для роботи з різними типами зріджених газів на засадах енергозбереження як складової частини його професійної компетентності.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Транспортування зріджених природних газів морем» 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

ІК-1. Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі енергетичного машинобудування.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК04. Здатність розробляти проекти та управляти ними

ЗК06*. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК08*. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК01. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування.

СК04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування..

СК06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

СК09*. Здатність демонструвати та застосовувати передові знання в енергетичному машинобудуванні та засобах кріогенної техніки і транспортування зріджених природних газів та перспектив їх розвитку.

СК10*. Здатність проводити аналіз конкурентних розробок та здійснювати техніко-економічне обґрунтування, організувати та виконувати наукові дослідження, пов'язані з впровадженням інноваційних проектів в галузі кріогенних технологій виробництва і зрідження природних газів.

СК11.* Здатність готувати науково-технічні публікації та звіти за результатами виконаних досліджень в галузі кріогенних технологій виробництва і зрідження природних газів.

Програмні результати навчання:

РН3. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

РН4. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».

РН14*. Здатність розуміти інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

РН15*. 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.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних завдань

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. «Транспортування зріджених природних газів морем»			
1	Загальні відомості про транспортування зріджених газів морем. Конструкції танкерів-газовозів. Вимоги ІМО до судів для транспортування зріджених газів. Класифікація танкерів-газовозів.	4	1
2	Конструкції вантажних танків. Матеріали, що використовують для виготовлення вантажних танків. Особливості експлуатації, сфера застосування.	2	1
3	Безпека танкерів-газовозів та джерела запалювання газів. Інертизація атмосфери танків.	2	-
4	Основні вантажні системи газовозів. Вантажні трубопроводи. Вантажні насоси. Теплообмінні апарати у вантажній системі. Система охолодження вантажу. Системи інертного газу та азоту. Система стисненого повітря. Системи теплоносіїв. Система забортної води.	4	1

5	Системи подавання паливного газу.	2	-
6	Особливості вантажних операцій на танкерах-газовозах. Короткі відомості про світові термінали. Методи підготовки вантажних танків та систем. Захолодження танків. Підготовка до навантаження зріджених газів. Завантаження зріджених газів. Способи розвантаження зріджених газів. Зміна прийнятого вантажу та підготовка до докування.	6	2
7	Вимірювання та розрахунки вантажу. Розрахунок часу на навантаження. Розрахунок вантажу для продування танків. Підрахунок завантаженого вантажу.	2	1
Разом за 1 модуль		22	6
Змістовний модуль 2. Курсовий проєкт			
1	Розрахунок системи утримання вантажу на танкері-газовозі заданої конструкції. Визначення теплоприпливів через ізоляційну конструкцію танка.	4	2
2	Тепловий розрахунок установки повторного зрідження. Розрахунок повного часового циклу необхідного на завантаження зрідженого газу. Тепловий розрахунок теплообмінного обладнання/вантажних систем/системи подавання газу/ систем теплоносіїв	4	2
Разом за 2 модуль		8	4
Разом з ОК:		30	10

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розв'язання окремих задач щодо проведення вантажно-розвантажувальних операцій на танкерах-газовозах	4	-
2	Розрахунок коефіцієнта теплопередавання конструкції вантажного танка. Розрахунок теплоприпливів до вантажних танків.	4	2
3	Розрахунок установки повторного зрідження.	4	2
4	Розрахунок вантажного конденсатора для зрідження газу.	4	1
5	Розрахунок та підбір допоміжного обладнання (вантажних насосів, відокремлювачів рідини, сепараторів, магістральних трубопроводів тощо).	2	2
6	Розрахунок системи подавання паливного газу на головний двигун судна.	2	2
7	Вирішення окремих завдань щодо вимірів та підрахунку вантажу на борту танкера-газовоза.	2	1
Разом з ОК		30	10

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу: «Конструкції вантажних танків. Матеріали, що використовують для виготовлення вантажних танків. Особливості експлуатації, сфера застосування»	5	10
2	Підготовка до практичних робіт: Теорія визначення теплоприпливів через ізоляційну конструкцію танка.	5	10

3	Підготовка до практичних робіт: Теорія визначення системи подавання паливного газу на головний двигун судна.	5	10
4	Опрацювання лекційного матеріалу: Вимірювання та розрахунки вантажу	30	40
5	Курсовий проєкт "Проектування систем транспортування зріджених газів на судах-газовозах"	40	60
6	Ознайомлення з новим поколінням танкерів-газовозів LNG, танкері для транспортування водню, CO ₂ .	20	20
7	Огляд технічних періодичних видань з питань сучасних систем утримання вантажу, та сучасних систем повторного зрідження на танкерах-газовозах	15	10
Разом з ОК:		120	160

6. Система оцінювання та вимоги

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

Вхідний контроль якості навчання здійснюється на початку курсу проведенням перевірки залишкових знань студентів з дисциплін, що забезпечують вивчення даної дисципліни (діагностика первинних знань здобувачів).

Формами поточного контролю є:

- усне опитування
- виконання і захист практичних робіт
- виконання і захист курсового проєкту.

Підсумковий контроль – *диференційований залік*

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	денна	заочна
Змістовний модуль 1. «Транспортування зріджених природних газів морем»		
Лекційний курс *	10	10
Практичні роботи*	35	35
Самостійна робота*	10	10
Тестування	15	15
Всього за змістовний модуль 1	70	70
Змістовний модуль 2. Курсовий проєкт		
Теоретична частина	5	5
Аналітична частина	10	10
Розрахунки	15	15
Всього за змістовний модуль 2	30	30
Всього	100	100

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

Тестування (у рамках одного модулю)

12 - 15 балів	90 - 100 % правильних відповідей	відмінно
9 – 11,9 балів	74 – 89% правильних відповідей	дуже добре
6 – 8,9 балів	60 – 73% правильних відповідей	добре
3 – 5,9 балів	35 – 59 % правильних відповідей	достатньо
0 – 2,9 балів	0-35 % правильних відповідей	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

Курсовий проєкт

22-30 балів	якщо здобувач демонструє повні й глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь і навичок, правильне й обґрунтоване формулювання висновків	відмінно
14-21,9 балів	якщо здобувач виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки й неточності	дуже добре
6-13,9 бали	якщо здобувач засвоїв основний матеріал, володіє необхідними умінями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури	задовільно
0-5,9 балів	якщо здобувач не володіє необхідними знаннями, умінями й навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури	незадовільно

7. Засоби діагностики успішності навчання

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

- наочні: ілюстративний, та демонстраційний матеріал;
- інтерактивні: використання комп'ютерної техніки, офісних і спеціалізованих програм під час проведення лекцій, практичних занять ;
- словесні: лекції у традиційному їх викладі;
- практичні: практична робота, з виконанням завдань згідно вимогам освітнього компоненту.

8. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Техніка і технологія транспортування та зберігання зріджених газів (Основи теорії та розрахунку циклів транспортних низькотемпературних машин) [Електронний ресурс]: навч. посіб. до практ. занять та самост. роботи / Л. І. Морозюк, В. В. Соколовська-Єфименко, А. В. Мошкатюк ; Одес. нац. технол. ун-т, Каф. криогенної техніки. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 98 с. — Електрон. текст. Дані <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1813689>
2. Техніка і технологія транспортування та зберігання зріджених газів (Техніка транспортування зріджених газів) [Електронний ресурс] : навч. посіб. до практ. занять та самост. роботи / Л. І. Морозюк, В. В. Соколовська-Єфименко, А. В. Мошкатюк ; Одес. нац. технол. ун-т, Каф. криогенної техніки. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 82 с. — Електрон. текст. дані. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1813717>
3. Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В., Гайдук С.В., Грудка Б.Г. Навчальний

- посібник до практичних занять та самостійної роботи «Холодильні машини спеціального призначення». - ОНАХТ, 2018. - 45 с. <https://elc.library.onaft.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.1591309>
4. Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В., Гайдук С.В., Грудка Б.Г. Холодильні машини спеціального призначення: посібник до практичної та самостійної роботи. – Одеська національна академія харчових технологій, 2018. – 45 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.1591309>
 5. Конспект лекцій з дисципліни "Транспортування та збереження зрідженого природного газу" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 185 "Нафтогазова інженерія та технології" ден. та заоч. форм навчання / Т. В. Дьяченко. — Одеса : ОНАХТ, 2021. — 107 с. — Електрон. текст. дані. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.1581825>

Додаткові (за наявності):

1. Суднова холодильна техніка [Текст] : підручник / В. О. Загоруйко, О. А. Голіков ; під заг. ред. В. О. Загоруйка. — Київ : Наук. думка, 2002. — 607 с + Додаток 5. Теплові h-Igp-діаграми робочих речовин. Мова: Українська Шифр: 621.56/.59(075) <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ-cnв.BibRecord.31017>
2. Morozyuk, L.; Kosoy, B.; Sokolovska-Yefymenko, V.; Ierin, V. Analysis of Mixing Processes of LPG Gases in Tanks When Transporting by Sea. *Dynamics* **2022**, 2, 219-233. <https://doi.org/10.3390/dynamics2030011>
3. Основи теплотехніки і гідравліки [Текст] : навч. посіб. / Б. Х. Драганов, А. В. Міщенко, Ю. О. Борхаленко ; за ред. Б.Х. Драганова. — Київ : Освіта, 2011. — 495 с. : іл., табл. ISBN 978-966-2007-18-3 <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.43601>
4. Методи термодинамічного аналізу термомеханічних систем: основи теорії, приклади та завдання [Електронний ресурс] : підручник / В. М. Арсеньєв, С. О. Шарапов ; Сум. держ. ун-т. — Суми : СумДУ, 2022. — 322 с. ISBN 978-966-657-890-0 <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.2059345>
5. The Society of International Gas Tanker & Terminal Operators Ltd Guidelines for the Co-Mingling of LPG, 2005. Co-Mingling of LPG. Available online: <http://www.kentsoerensen.dk/default.asp?page=78>
6. Liquefied Gas Handling Principles On Ships and in Terminals https://maritimeexpert.files.wordpress.com/2016/08/liquefied_gas_handling_principles.pdf
7. Jiang Bian, Jian Yang, Yang Liu, Yuxing Li, Xuwen Cao, Analysis and efficiency enhancement for energy-saving re-liquefaction processes of boil-off gas without external refrigeration cycle on LNG carriers, *Energy*, Volume 239, Part B, 2022, 122082, ISSN 0360-442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122082>
8. Gate Terminal, "LNG Facts," (What is LNG?), 2011. [Online]. Available: <http://www.gate.nl/en/lng-facts/what-is-lng.html>
9. Annex VI of MARPOL 73/78-Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships. Available: <https://www.maritimenz.govt.nz/rules/MARPOL-Annex-VI/default.asp>
10. Beladjine, Boumedienne & Ouadha, Ahmed & Addad, Yacine. (2016). Thermodynamic analysis of hydrocarbon refrigerants-based ethylene BOG re-liquefaction system. *Journal of Marine Science and Application*. 10.1007/s11804-016-1371-9.
11. Kakac S., Hongtan L. , Pramuanjaroenkij A. Heat exchangers: selection, rating, and thermal design: CRC Press is an imprint of Taylor Francic Group, 2002. 520 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420053746>
12. McGuire, J.J., White, B., 2000. Liquefied gas handling principles on ships and in terminals. Witherby & Co, London, Great Britain https://maritimeexpert.files.wordpress.com/2016/08/liquefied_gas_handling_principles.pdf

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



Вікторія СОКОЛОВСЬКА-ЄФИМЕНКО

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