МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«МЕТОДИ АКУМУЛЯЦІЇ ТЕПЛА ТА ХОЛОДУ»

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 у відділі аспірантури та докторантури

09-142-2024А

1.Загальна інформація

Кафедра: Кріогенної техніки
Викладач: Морозюк Лариса Іванівна,
професор кафедри кріогенної техніки,
доктор технічних наук, доцент
Профайл: **Контакти:**
тел: 048-723-40-23
e-mail: lara.morozyuk@gmail.com

Освітній компонент «Методи акумуляції тепла та холоду» викладається на другому курсі у четвертому семестрі денної форми навчання
Кількість: кредитів - 3, годин – 90

Аудиторні заняття, годин:	всього		лекції	практичні
денна			18	18
заочна				
Самостійна робота, годин		Денна – 54		Заочна –

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

«Методи акумуляції тепла та холоду» є вибірковим освітнім компонентом (ОК) фахової підготовки доктора філософії, що створює інформаційну базу для використання у дисертаційній роботі та безпосередньо для практичної діяльності фахівців, професія яких буде пов'язана з проєктуванням або експлуатацією систем з акумуляцією тепла та/або холоду.

Предметом вивчення освітнього компонента є принципи створення систем акумуляції тепла та холоду на засадах енергозбереження. Програмою дисципліни передбачено зв'язок з такими ОК: попередніми – «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Гідрогазодинаміка», «Теоретичні основи холодильної техніки», «Холодильні машини», «Сучасні тепловикористальні холодильні машини», «Холодильні установки», «Кондиціювання повітря» та циклом дисциплін з контролю якості, безпеки та екології в галузі.

3. Мета освітнього компонента

Метою освітнього компонента «Методи акумуляції тепла та холоду» є формування у майбутнього доктора філософії сукупності знань, навичок і умінь відносно базових принципи створення систем акумуляції тепла та/або холоду для промислових підприємств або підприємств комерційного призначення у галузі розподіленої енергетики.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Методи акумуляції тепла та холоду» є формування у здобувача ступеня доктора філософії комплексу теоретичних та практичних знань відносно освітнього компоненту для прийняття обґрунтованих та економічно ефективних технічних рішень доцільності створення системи акумуляції енергетичних ресурсів для конкретного споживача, вибрати зовнішні джерела теплової енергії, що можна акумулювати для цілорічного функціонування установки; вибрати схемне рішення та температурний режим роботи акумулятора на засадах енергозбереження.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Методи акумуляції тепла та холоду» здобувач ступеня доктора філософії отримує програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені у Стандарті вищої освіти зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування», та освітньо-наукової програми «Енергетичне машинобудування» підготовки доктора філософії.

Інтегральна компетентність

ІК-1. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у галузі енергетичного машинобудування професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати

методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері енергетичного машинобудування на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору з дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчинності.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері енергетичного машинобудування та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з енергомашинобудування та суміжних галузей.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері енергомашинобудування, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК05. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в енергомашинобудуванні та дотичні до нього міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

СК06*. Здатність обґрунтування та формулювання напрямків наукових досліджень та завдань для рішення наукових питань, створення фізичних та математичних моделей досліджуваних об'єктив та проведення їх верифікації на фізичних моделях та експериментальних установках.

Програмні результати навчання:

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у енергетичному машинобудуванні та дотичних міждисциплінарних напрямах.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з енергомашинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РНО6. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми енергомашинобудування з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН08. Створювати методичне забезпечення, організовувати та проводити викладання професійно-орієнтованих дисциплін на рівні енергетичного машинобудування, що відповідає вимогам вищої школи.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних завдань

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. «Енергія та когенерація»			
1	Теоретичні основи акумуляції енергії в різних системах: чутливі, латентні, сезонні акумулятори. Фізико-хімічні властивості матеріалів для зберігання тепла і холоду, фазові переходи в матеріалах (PCM) та їх застосування.	2	
2	Роль акумуляторів у сучасній енергетиці. Оцінка ефективності різних типів акумуляторів тепла та холоду для специфічних умов застосування (промисловість, побут, транспорт).	2	
3	Методи проектування та моделювання систем акумуляції енергії на основі новітніх технологій.	2	-
4	Методи оптимізації теплотехнічних процесів та зменшення теплових втрат у системах зберігання енергії. Аналіз енергетичних, економічних, екологічних та соціальних аспектів впровадження технологій акумуляції енергії	4	
Разом за 1 модуль		**10**	

Змістовний модуль 2. «Конструкції акумуляторів»			
1	Моделювання і оптимізація теплообміну, застосування сучасних інструментів для дослідження процесів у акумуляторах.	2	
2	Чуттєві акумулятори: вода, пісок, сольові розчини (температурна зміна). Латентні акумулятори: парафіни, жирні кислоти, солові гідранти, евтектичні суміші. Абсорбційні системи (хімічне поглинання). Кріогенні акумулятори: зріджені гази.	2	
3	Льодогенератори. Льодові акумулятори. Водний і сухий лід.	2	2
4	Сезонні акумулятори. Підземні сховища.	2	
Разом за 2 модуль		**8**	
Разом з ОК:		**18**	

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розробка схемно-циклових рішень теплових насосів з акумуляторами і сонячною енергетичною установкою	2	
2	Розробка автономних систем опалення та охолодження	2	
3	Розрахунок підземного акумулятора з рідинним теплоносієм	2	
4	Розробка промислового: акумулятора тепла для конкретного технологічного процесу	4	
5	Дослідження термічних властивостей води та сольових розчинів для їх використання як матеріалів для чуттєвого накопичення**.**	2	
6	Вивчення процесу замерзання та зберігання енергії у вигляді водного льоду	2	
Разом з ОК		**18**	

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Види навчальної діяльності	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20	
2	Підготовка до практичних робіт: Теорія теплопередавання: теплопровідність, теплоємність,. теплота фазових переходів.	10	
3	Огляд літератури з питань освітнього компонента	14	
4	Опрацювання матеріалу практичних занять	10	
Разом з ОК:		**90**	

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.

Підсумковий контроль – ***диференційований залік***

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів
Змістовний модуль 1. «Енергія та когенерація»	
Лекційний курс *	5
Практичні/	10
Самостійна робота*	5
Тестування	30
Всього за змістовний модуль 1	**50**
Змістовний модуль 2. «Тригенерація"	
Лекційний курс *	5
Практичні	30
Самостійна робота*	5
Всього за змістовний модуль 2	**50**
Всього	**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*

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

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

Тестування

19 – 30 балів	90 - 100 % правильних відповідей	відмінно
17 – 18 балів	74 – 89% правильних відповідей	дуже добре
15 – 16 балів	60 – 73% правильних відповідей	добре
13 – 14 балів	35 – 59 % правильних відповідей	достатньо
0 – 12 балів	0 – 35 % правильних відповідей	незадовільно

Самостійна робота (в межах одного модулю)

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

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. Драганов Б.Х. та ін. Теплотехніка. Підручник. — 2-е вид., перероб. і доп. — Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. — 400 с. — ISBN: 966-8347-12-9. https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT-cnv.BibRecord.75009
2. Вассерман, О. А. Технічна термодинаміка і теплообмін : підручник / О. А. Вассерман, О. Г. Слинько. - Одеса : Фенікс, 2019. - 496 с. https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1596075
3. Теоретичні основи холодильної техніки [Електронний ресурс] : конспект лекцій. Ч. 1 / Л. І. Морозюк, В. В. Соколовська-Єфименко, Б. Г. Грудка, А. В. Мошкатюк ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Навч.-наук. ін-т холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського. — Одеса, 2021. — Електрон. текст. дані: 120 с https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1646899.
4. Теоретичні основи холодильної техніки [Електронний ресурс] : конспект лекцій. Ч. 2 / Л. І. Морозюк, В. В. Соколовська-Єфименко, Б. Г. Грудка, А. В. Мошкатюк ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Навч.-наук. ін-т холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського. — Одеса, 2021. — Електрон. текст. дані: 77 с. https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1647003.
5. Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В, Гайдук С.В., Грудка Б.Г. Теоретичні основи холодильної техніки: посібник для практичних і лабораторних занять та самостійної роботи. Ч1. – Одеська національна академія харчових технологій, 2018– 39 с.
6. Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В, Гайдук С.В., Грудка Б.Г. Теоретичні основи холодильної техніки: посібник для практичних занять та самостійної роботи. Ч2. – Одеська національна академія харчових технологій, 2018 – 65 с
7. Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В, Гайдук С.В., Грудка Б.Г. Сучасні тепловикористальні холодильні машини: конспект лекцій та посібник для самостійної роботи. – Одеська національна академія харчових технологій, 2018. – 71 с. https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1591179

Додаткові (за наявності):

8. Dincer, I., & Rosen, M. A. (2021). "Thermal Energy Storage: Systems and Applications". Wiley.
9. Cabeza, L. F. (Ed.) (2015). "Advances in Thermal Energy Storage Systems: Methods and Applications". Woodhead Publishing.
10. Mehling, H., & Cabeza, L. F. (2008). "Heat and Cold Storage with PCM". Springer.
11. Zalba, B., Marín, J. M., Cabeza, L. F., & Mehling, H. (2003). "Review on thermal energy storage with phase change: Materials, heat transfer analysis and applications". Applied Thermal Engineering.
12. Atul Sharma, V.V. Tyagi, C.R. Chen, D. Buddhi, Review on thermal energy storage with phase change materials and applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 13, Issue 2, 2009, Pages 318-345, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.10.005.
13. Farid, Mohammed & Auckaili, Amar & Khateeb Razack, Siddique Ali & Al-Hallaj, Said. (2004). A review on phase change energy storage: Materials and applications. Energy Conversion and Management. 45. 1597-1615. 10.1016/j.enconman.2003.09.015.
14. Atul Sharma, V.V. Tyagi, C.R. Chen, D. Buddhi, Review on thermal energy storage with phase change materials and applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 13, Issue 2, 2009, Pages 318-345, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.10.005.
15. Zakri, W.; Mellouli, S.; Fageehi, Y. Performance Assessment of Three Latent Heat Storage Designs for a Solar Hot Water Tank. *Sustainability* **2023**, *15*, 640. https://doi.org/10.3390/su15010640
16. Wei Zhang, Jun Cheng, Yuanjia Song, Zhenhua Chen, Wanhua Chen, Rong Gao, Experimental and numerical study of the liquid nitrogen accumulator based on two-phase thermal stratification, International Journal of Thermal Sciences, Volume 184, 2023, 107937,
17. ISSN 1290-0729, https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2022.107937.

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 /ПІДПИСАНО/ Лариса МОРОЗЮК

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри Кріогенної техніки

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

ПОГОДЖЕНО:

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