

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



СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKOBOTO OCBITHЬOTO KOМПОНЕНТУ

**«СУЧАСНИЙ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ І
ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ»**

Мова навчання – *українська*

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

Код та найменування спеціальності **142 «Енергетичне машинобудування»**

Освітньо-професійна програма **Енергетичне машинобудування**

Ступінь вищої освіти **доктор філософії**

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності **142 «Енергетичне машинобудування»**

«28» червня 2024 р. протокол № 8.

Реєстраційний номер у відділі аспірантури і докторантури

04-142-2024A

1. Загальна інформація

Кафедра: [Кріогенної техніки](#)

Викладач: [Морозюк Лариса Іванівна](#), професор
кафедри кріогенної техніки, доктор технічних
наук, доцент

Профайл: **Контакти:**
lara.morozyuk@gmail.com,

(048)-720-91-16



Освітня компонента «Сучасний багатокритеріальний аналіз і оптимізація систем перетворення енергії» викладається на 2 курсі в 4 семестрі для денної та заочної форм навчання

Кількість: кредитів – 5, годин – 150

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	74	30	-	44
заочна	30	18	-	12
Самостійна робота, годин	Денна – 76		Заочна – 120	

Розклад занять

2. Анотація освітньої компоненти

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Сучасний багатокритеріальний аналіз і оптимізація систем перетворення енергії» є принципи термодинамічного аналізу систем перетворення енергії. Дисципліна є базовою у підготовці доктора філософії для виконання дисертаційної роботи та безпосередньо для практичної діяльності фахівця на виробництві. Програмою дисципліни передбачено зв'язок з дисциплінами попередніми - «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Гідрогазодинаміка», «Теоретичні основи холодильної техніки», «Холодильні машини», «Сучасні тепловикористальні холодильні машини», - «Холодильні установки», «Кондиціювання повітря», «Кріогенні технології» та цикл дисциплін з контролю якості, безпеки та екології в галузі.

3. Мета освітньої компоненти

Метою викладання початкової дисципліни «Сучасний багатокритеріальний аналіз і оптимізація систем перетворення енергії» є формування у майбутнього доктора філософії об'єму базових теоретичних знань та практичних навичок у галузі дослідження та проектування систем перетворення енергії. Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Сучасний багатокритеріальний аналіз і оптимізація систем перетворення енергії» формування у здобувача ступеня доктора філософії комплексу теоретичних та практичних знань відносно дисципліни, вивчення основних положень теорії термотрансформаторів для прийняття обґрунтованих та економічно ефективних технічних рішень під час проектування енергоперетворювальних систем на засадах енергозбереження

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен **знати:**

відомості щодо традиційних принципів і методів термодинамічного аналізу дійсних циклів будь-яких енергоперетворювальних систем;

відомості щодо сучасних принципів і методів термодинамічного аналізу дійсних циклів та оптимізації будь-яких енергоперетворювальних систем;

відомості щодо сучасних напрямків підвищення ефективності дійсних циклів, що базуються на термодинамічному аналізі.

вміти:

провести термодинамічний аналіз циклу будь-якої компресорної холодильної машини і теплового насоса, надати рекомендації щодо підвищення ефективності та зниження витрат енергії;

провести термодинамічний аналіз циклу будь-якої тепловикористальної холодильної машини і теплового насоса, надати рекомендації щодо підвищення ефективності та зниження витрат енергії;

провести порівняльні розрахунки будь-яких типів холодильних машин і теплових насосів на базі термодинамічного аналізу;

вибрати зовнішні джерела теплової енергії для функціонування системи або установки; визначити техніко-економічні показники системи (установки) під час проєктування

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення ОК «Сучасний багатокритеріальний аналіз і оптимізація систем перетворення енергії» здобувач вищої освіти отримує такі програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в освітній програмі [«Енергетичне машинобудування»](#) підготовки доктора філософії.

Інтегральна компетентність

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері енергетичного машинобудування, що передбачає глибоке переосмислення наявних і створення нових цілісних знань та/або професійних практик, застосовувати новітні методології наукової, педагогічної, професійної діяльності, здійснювати власні наукові дослідження, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності:

- ЗК03. Здатність працювати автономно.
- ЗК04. Здатність до міжособистісної взаємодії
- ЗК 05. Здатність розробляти та управляти проєктами.
- ЗК 06. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- СК02. Здатність продукувати, обґрунтувати нові ідеї, гіпотези і моделі, та приймати науково обґрунтовані рішення у сфері енергетичного машинобудування.
- СК04. Здатність усно та/або письмово презентувати, обговорювати, опробувати, результати досліджень, розробок, проєктів українською та іноземною мовами.
- СК05. Здатність до критичного переосмислення і розвитку сучасних теорій, методологій, об'єктів досліджень й практик із застосуванням системного підходу до врахування проблемних аспектів з різних галузей знань у сфері енергетичного машинобудування.
- СК 07. Здатність ініціювати, організовувати та керувати інноваційними освітніми проєктами.

Програмні результати навчання:

- РН05. Застосовувати сучасні методи та інструменти наукових досліджень та інноваційної діяльності для отримання нових знань та/або розв'язання комплексних проблем у сфері енергетичного машинобудування, а також у дотичних міждисциплінарних напрямках.
- РН06. Приймати ефективні, етичні та соціально відповідальні рішення, забезпечувати лідерство, автономність та міжособистісну взаємодію у їх реалізації в професійній діяльності.
- РН07. Аналізувати та оцінювати стан, тенденції розвитку енергетичного машинобудування, застосовувати сучасні методології, методи та інструменти для вирішення актуальних проблем у професійній практиці.
- РН10. Ініціювати, розробляти, реалізовувати наукові та/або інноваційні проєкти, які дають можливість переосмислити наявні та/або отримати нові цілісні знання, розв'язувати проблеми енергетичного машинобудування з урахуванням етичних, соціальних, економічних, екологічних і правових аспектів.

5. Інформаційний обсяг освітньої компоненти

5.1 Перелік лекційних завдань

	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. «Вступ у термодинамічний аналіз»			
1	Перший і другий закони термодинаміки. Основні поняття і визначення	2	1
2	Основи техніко-економічного аналізу.	2	1
3	Основи термoeкономічного аналізу	3	2
4	Порівняльний аналіз, оптимізація	3	2
Разом за 1 модуль		10	6
Змістовний модуль 2. «Термодинамічний аналіз, методи класичної термодинаміки».			
1	Термінологія термoeкономіки: термодинаміка. проєктування,	4	2

	виробництво, економіка		
2	Розкладання на рівні: компонент дисциплін	6	2
Разом за 2 модуль		10	4
Змістовий модуль 3. «Термодинамічний аналіз, методи прикладної термодинаміки»			
1	Методи прикладної термодинаміки: термoeкономічна діагностика, ексергобазисна експертна система, термoeкономічний аналіз	3	4
2	Ексергоекономіка	3	4
Разом за 3 модуль		10	8
Всього		30	18

5.2 Перелік практичних завдань

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Моделювання енергетичного аналізу компресорних термотрансформаторів	2	2
2	Моделювання енергетичного аналізу тепловикористальних термотрансформаторів	4	-
3	Визначення необоротностей у термотрансформаторах «методом циклів»	4	2
4	Визначення необоротностей у термотрансформаторах «ентропійно-цикловим методом»	6	-
5	Визначення необоротностей у термотрансформаторах «ентропійно-статистичним методом»	2	-
6	Визначення характеристик теплообмінників «методом мінімізації ентропії»	4	-
7	Моделювання ексергетичного аналізу дійсних циклів за темою дослідження	6	4
8	Обговорення результатів розрахунків, розробка рекомендацій щодо підвищення енергетичної ефективності дійсного циклу	2	2
Всього за ОК:		30	10

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу	10	20
2	Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції	20	20
3	Опрацювання матеріалів практичних робіт	10	10
4	Огляд періодичних видань з технічної літератури за тематикою лекційного курсу	20	20
5	Опрацювання матеріалів дисертаційної роботи за тематикою дисципліни	30	50
Всього за ОК:		90	120

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 здобувачів освіти з освітніх компонент, що забезпечують вивчення даної ОК «Сучасний багатокритеріальний аналіз і оптимізація систем перетворення енергії» (діагностика первинних знань здобувачів).

Формами поточного контролю є:

- виконання і захист практичних/лабораторних робіт;
- письмові контрольні роботи за окремими темами або модульні контрольні роботи;

- усне опитування.
- Підсумковий контроль – *екзамен*

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	Денна	Заочна
Змістовний модуль 1. «Вступ у термодинамічний аналіз»		
Лекційний курс*	5	5
Практичні роботи*	5	5
Самостійна робота*	10	10
Всього за змістовний модуль 1	20	20
Змістовний модуль 2. «Термодинамічний аналіз, методи класичної термодинаміки»		
Лекційний курс*	5	5
Практичні роботи*	1	10
Самостійна робота*	10	10
Всього за змістовний модуль 2	25	25
Змістовний модуль 3. «Термодинамічний аналіз, методи прикладної термодинаміки»		
Лекційний курс*	5	5
Практичні роботи	10	10
Самостійна робота*	10	10
Всього за змістовний модуль	25	25
Екзамен	30	30
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 умінями 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, умінями 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		
2,0 – 2,5 балів	4,5 - 5 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
1,5 - 1,9 балів	4,0 - 4,4 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
1,0 – 1,4 балів	3,5 – 3,9 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
0,5 – 0,9 балів	2,1 – 3,4 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 - 0,4 балів	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

7. Засоби діагностики успішності навчання

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

- 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 дисципліни.

8. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. 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=OdONAHТ.1596075>
2. 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. ISBN 978-966-657-857-3. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.2033453>
3. Арсеньєв, В. М. Методи термодинамічного аналізу термомеханічних систем: основи теорії, приклади та завдання : підручник / В. М. Арсеньєв, С. О. Шарапов. — Суми : СумДУ, 2022. — 322 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHТ.2059345>
4. Петраш В.Д., Нікульшин Р.К., Морозюк Т.В., Кравченко М.Б. Термодинаміка в задачах і розв'язаннях: Навчальний посібник. — Одеса: «ВМВ», 2019. — 207 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.35117>
5. Ексергетичний аналіз систем створення теплового комфорту у будівлях [Електронний ресурс] : монографія / В. І. Дешко, В. А. Волощук, Н. А. Буряк ; Нац. техн. ун-т "Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського". — Електрон. мереж. навч. вид. — Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2019. — 296 с
6. Драганов Б.Х. та ін. Теплотехніка. Підручник. — 2-е вид., перероб. і доп. — Київ: Фірма «ІНКОС», 2020. — 400 с. — ISBN: 966-8347-12-9 <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.43601>

Додаткові:

1. Infante Ferreira C., Kim D.-S. Techno-economic review of solar cooling technologies based on location-specific data // International Journal of Refrigeration. 2014. Vol. 39. P. 23–37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2013.09.033>
2. Ghafoor A., Munir A. Worldwide overview of solar thermal cooling technologies // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 43. P. 763–774. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.073>
3. Performance assessment of cogeneration and trigeneration systems for small scale applications / Angrisani G., Akisawa A., Marrasso E., Roselli C., Sasso M. // Energy Conversion and Management. 2016. Vol. 125. P. 194–208. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.03.092>
4. Dincer, I., Ratlamwala, T. A. H. (2016). Developments in Absorption Refrigeration Systems. Green Energy and Technology, 241–257. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-33658-9_8
5. Mussati, S. F., Gernaey, K. V., Morosuk, T., Mussati, M. C. (2016). NLP modeling for the optimization of LiBr-H₂O absorption refrigeration systems with exergy loss rate, heat transfer area, and cost as single objective functions. Energy Conversion and Management, 127, 526–544. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.09.021>
6. . Fernández-Seara, J., Vázquez, M. (2001). Study and control of the optimal generation temperature in NH₃–H₂O absorption refrigeration systems. Applied Thermal Engineering, 21 (3), 343–357. doi: [https://doi.org/10.1016/s1359-4311\(00\)00047-](https://doi.org/10.1016/s1359-4311(00)00047-)
7. Morosuk, T., Tsatsaronis, G. (2008). A new approach to the exergy analysis of absorption refrigeration machines. Energy, 33 (6), 890–907. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2007.09.012>
8. Performance assessment of cogeneration and trigeneration systems for small scale applications / Angrisani G., Akisawa A., Marrasso E., Roselli C., Sasso M. // Energy Conversion and Management. 2016. Vol. 125. P. 194–208. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.03.092>.

9. Політика освітньої компоненти

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 «21» червня 2024 р. № 11

Завідувач кафедри

/ПІДПИСАНО/

Юрій СИМОНЕНКО