МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ МАЛОЇ ЕНЕРГЕТИКИ, ТРИГЕНЕРАЦІЯ»

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

08-142-2024А

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 «Енергетичні установки малої енергетики, тригенерація» викладається на другому курсі у третьому 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

«Енергетичні установки малої енергетики, тригенерація» 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 тригенерації малої енергетики.

Предметом вивчення освітнього компонента є принципи створення систем тригенерації малої енергетики. 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 «Енергетичні установки малої енергетики, тригенерація» є формування у майбутнього доктора філософії сукупності знань, навичок і умінь відносно базових принципи створення систем одночасного виробництва електроенергії, тепла та холоду (тригенерації) у галузі розподіленої малої енергетики.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Енергетичні установки малої енергетики, тригенерація» 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 тригенерації для конкретного споживача, вибрати зовнішні джерела теплової енергії для функціонування установки; вибрати схемне рішення та температурний режим роботи установки на засадах енергозбереження.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Енергетичні установки малої енергетики, тригенерація» 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	Енергоперетворювальні системи. Види енергії. Джерела енергії. Класифікація джерел енергії за природою джерела. Класифікація енергії за природою оновлення. Відновлювальні джерела енергії. Невідновлювальні джерела енергії.	2	
2	Сонячна енергія. Активні сонячні енергетичні системи. Фотоелектричні елементи. Електроенергія.	2	1
3	Мала енергетика. Розподілене виробництво електроенергії. Зелена енергетика.	2	-
4	Когенерація. Термодинамічні схеми комплексного виробництва теплоти і електроенергії (когенерації). Витрати теплоти високого потенціалу в схемах когенерації. Термодинамічне порівняння схем.	4	
Разом за 1 модуль		**10**	

Змістовний модуль 2. «Тригенерація»			
1	Тригенерація – окремий випадок когенераційної системи. Скидне тепло у теплових двигунах. Системи утилізації\тепла в енергетичних установках. Енергетичні потоки в системах тригенерації.	2	
2	Тепловикористальні термотрансформатори. Технологічні схеми систем тригенерації.	4	
3	Система тригенерації комерційного призначення з сонячною енергетичною є установкою. Опріснювальна установка як елемент системи тригенерації з використанням вторинних джерел енергії.	2	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 елементів системи тригенерації за індивідуальним технічним завданням замовника проєкту	2	
2	Розрахунок системи тригенерації для фермерського сільського господарства	4	
3	Розрахунок системи тригенерації для комплексу короткочасного зберігання тропічних фруктів з сонячною енергетичною установкою	4	
4	Розрахунок системи тепло- та холодопостачання житлових приміщень з сонячною енергетичною установкою.	4	
5	Розрахунок енергетичних потоків системи тригенерації центрів обробки даних з утилізацією скидного тепла ІТ-устаткування та тепловою енергією від сонячних колекторів	2	
6	Відпрацювання методу індикативного аналізу для оцінки доцільності встановлення об'єкта малої енергетики на прикладі індивідуального дослідження здобувача	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 визначення теплоприпливів через ізоляційну конструкцію об’єкта охолодження.	5	
3	Огляд літератури з питань освітнього компонента	14	
4	Опрацювання матеріалу практичних занять	15	
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. Інноваційні термодинамічні цикли енергетичних установок [Текст] / О. А. Вассерман, О. Г. Слинько, М. А. Шутенко ; за ред. О. А. Вассермана. — Одеса : Фенікс, 2020. — 184 с. https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1597263
9. Milad Feili, Hadi Rostamzadeh, Hadi Ghaebi, A new high-efficient cooling/power cogeneration system based on a double-flash geothermal power plant and a novel zeotropic bi-evaporator ejector refrigeration cycle, Renewable Energy,Volume 162,2020,Pages 2126-2152, ISSN 0960-1481, https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.10.011. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148120315779
10. Tao Hai, Haitao Lin, Bhupendra Singh Chauhan, Hamdi Ayed, Hassen Loukil, Ahmed M. Galal, Deniz Yaman, Performance analysis and optimization of a novel geothermal trigeneration system with enhanced Organic Rankine cycle, Kalina cycle, reverse osmosis, and supercritical CO2 cycle,Renewable Energy, Volume 211,2023,Pages 539-562, ISSN 0960-1481, https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.04.080
11. Paanu, Tommi et al. "Waste Heat Recovery - Bottoming Cycle Alternatives." (2012).Recovering the Irrecoverable - Industrial Waste Heat Recovery https://www.semanticscholar.org/paper/Waste-Heat-Recovery-Bottoming-Cycle-Alternatives-Paanu-Niemi/a60dcc65a5216663144d3fc16f3560e7d1525576
12. 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
13. Kassem A. , Al-haddad K. , Komljenovic D. Sustain Energ Technol Assessmen// A value tree for identification of evaluation criteria for solar thermal power technologies in developing countries. . Europe, 2016. P. 18-32.
14. Редько А. О. Низькопотенційна енергетика : монографія / за ред. ТОВ «Друкарня Мадрид». Харків, 2016. 412 с.
15. Зелена енергія : [Веб-сайт]. Україна, 2012. URL: http://zeleneet.com/zelenaya-energiya/1182/ (дата звернення: 01.03.2024).

16. Akisawa A. , Angrisani G. , Sasso M. Energy Conversion and Management 125 // Performance assessment of cogeneration and trigeneration systems for small scale applications. Europe, 2016. С. 194-208.
17. Renewable and Sustainable Energy Reviews // Worldwide overview of solar thermal cooling technologies: [Веб-сайт]. 2015. URL: https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.073 (дата звернення: 25.01.2024).
18. Marrasso E. , Akisawa A. , Angrisani G. Energy Conversion and Management// Performance assessment of cogeneration and trigeneration systems for small scale applications . Europe, 2016. P. 192-208.

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