МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА І ТЕПЛОНАСОСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Мова навчання – ***українська***

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

Код та найменування спеціальності ***144 «Теплоенергетика»***

Освітньо-професійна програма ***Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика***

Ступінь вищої освіти ***доктор філософії***

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності ***144 «Теплоенергетика»***
« 20 » 03 2024 р. протокол № 1 .

Реєстраційний номер в навчальному відділі НЦООП

_____25-144-2024 А _____

Кафедра: Екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології

Викладач: **Косой Борис Володимирович**, професор кафедри екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології, професор, доктор технічних наук.

Контакти:
тел: 048-7232220
e-mail: bkosoy@yahoo.com

Профайл

1. Загальна інформація

Освітній компонент викладається на 2 курсі у 4 семестрі
Кількість: кредитів - 4, годин – 120

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	Практичні
денна	60	22	38
заочна	36	18	18
Самостійна робота, годин	Денна – 60		Заочна – 84

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент (ОК) «НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА І ТЕПЛОНАСОСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Низькопотенційна енергетика є одним з найбільш динамічних напрямків використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, що розвиваються. При використанні низькопотенційної теплоти вторинних енергетичних ресурсів та інших джерел найбільшого поширення набули теплові насоси. Впровадження теплонасосних установок є одним із ефективних способів економії паливних ресурсів, а також захисту навколишнього середовища. Широкомасштабне використання теплових насосів є основою енергозберігаючої політики більшості країн світу. Їх встановлюються в громадських будівлях, приватних будинках і на промислових об’єктах. Зміст дисципліни передбачає розгляд: принципів перетворення низькопотенційної теплової енергії на теплову енергію з вищою температурою, вивчення пристроїв для перенесення теплої енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії з низькою температурою до споживача (теплоносія) з вищою температурою, класифікації теплових насосів та їх основних характеристик, компонування теплонасосних установок. Курс «Низькопотенційна енергетика і теплонасосні технології» спрямований на підготовку наукового працівника, здатного вирішувати технічні та наукові питання та завдання, пов'язані з використанням низькопотенційної енергії.

3. Мета освітнього компоненту

Метою викладання дисципліни «НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА І ТЕПЛОНАСОСНІ ТЕХНОЛОГІЇ» є ознайомлення студентів з новими актуальними питаннями та завданнями низькопотенційної енергетики, джерелами низькопотенційної енергії, конструкціями пристроїв, що перетворюють низькопотенційну енергію, та теплонасосними установками. Вивчення основних характеристик теплових насосів та можливих систем їх використання.

В результаті вивчення курсу «НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА І ТЕПЛОНАСОСНІ ТЕХНОЛОГІЇ» студенти повинні

знати:

- джерела низькопотенційного тепла та способи його перетворення на теплову та електричну енергію
- типи теплообмінників залежно від використовуваного джерела, компонування

теплонасосних установок

- джерела науково-дослідної інформації в галузі використання низькопотенційних теплових енергетичних ресурсів;

вміти:

- аналізувати термодинамічні цикли роботи теплонасосних установок
- приймати оптимальні рішення щодо використання джерел низькопотенційної енергії;
- виконувати розрахунки апаратів теплонасосних установок при заданих параметрах та теплових навантаженнях.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНА ЕНЕРГЕТИКА І ТЕПЛОНАСОСНІ ТЕХНОЛОГІЇ» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті вищої освіти зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» та освітньо-науковій програмі «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика» підготовки докторів філософії.

Інтегральна компетентність

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у теплоенергетичній галузі 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.

Спеціальні (фахові) компетентності:

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

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:

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, тощо і математичного та/або комп’ютерного моделювання, наявні літературні дані.

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 теплоенергетиці та дотичних міждисциплінарних напрямах.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики 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.

РН09*. Розуміти прийоми математичного моделювання процесів перенесення теплоти та маси, що включають створення математичних моделей, що відбивають причинно-наслідкові зв'язки явищ; дослідження математичних моделей, рішення наукових задач.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних занять

Тема	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1: Використання низькотемпературних джерел енергії			
1	*Класифікація джерел енергії. Традиційні та нетрадиційні способи отримання енергії. Сучасні проблеми використання відновлюваних джерел енергії у світі*	2	2
2	*Вторинні енергетичні ресурси. Класифікація. Використання низькопотенційних теплових вторинних енергетичних ресурсів у технологічних процесах*	2	2
3	*Джерела низькопотенційної енергії. Їх характеристика та основні схеми застосування низькопотенційної теплової енергії*	2	2
4	*Принципи підвищення теплового потенціалу низькопотенційної теплової енергії. Термодинамічні цикли.*	2	2
5	*Методи аналізу циклів, термодинамічні та термоекономічні критерії ефективності*	2	1
Змістовний модуль 2: Теплонасосні технології			
1	*Класифікація теплових насосів. Термодинамічні основи роботи теплонасосних установок.*	4	1
2	*Раціональний вибір теплонасосної установки з урахуванням необхідної теплової потужності, добового графіку споживання та наявного джерела низькопотенційної енергії.*	2	2
4	*Сучасні типи парокомпресійних теплових насосів. Робочі речовини. Енергетична ефективність.*	2	2
3	*Підвищуючі та знижувальні абсорбційні термотрансформатори. Принцип дії та особливості конструкції.*	2	2
5	*Системи акумулювання та транспортування теплоти. Застосування теплових насосів у різних галузях.*	2	2
Разом за ОК:		**22**	**18**

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	*Схемні рішення та аналіз циклу парокомпресійного теплового насосу*	8	4
2	*Визначення холодо- та теплопродуктивності ТНУ типу «повітря-повітря»*	8	4
3	*Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі від ґрунту до теплоносія. Режим кондиціювання та теплопостачання.*	8	4
4	*Утилізація низькопотенційної теплоти. Визначення теплового коефіцієнта циклу теплового насосу. Визначення кількості низькопотенційної теплоти, що відбирається у навколишнього середовища.*	6	4
5	*Дослідження температурних режимів та теплоперенесення в тепло-обмінних апаратах парокомпресійного теплового насосу*	8	2
Всього за ОК:		**38**	**18**

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	*Опрацювання лекційного матеріалу* *Фізичні основи перетворення низькопотенційної енергії.* *Принцип дії та теоретичний процес роботи одноступінчастого та двоступінчастого парокомпресійних теплових насосів.* *Енергетична ефективність парокомпресійних теплових насосів* *Загальна характеристика та принцип дії абсорбційного термотрансформатора.*	10	26
2	*Опрацювання окремих розділів програми, які не виносяться на лекції* *Компресійні, газо-компресійні, сорбційні, абсорбційні, адсорбційні та інші теплові насоси. Відкриті та замкнуті цикли.* *Вибір основних елементів теплонасосної установки.* *Схема, теоретичний цикл, принцип дії та основні процеси абсорбційного бромистолітієвого понижуючого термотрансформатора* *Критерії термодинамічної досконалості дійсних циклів теплових насосів та термотрансформаторів.*	10	28
3	*Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань* *Оцінка енергоекономічних показників теплонасосних установок.* *Вивчення можливих систем використання теплонасосних установок: опалення, гарячого водопостачання, підігріву водних басейнів, охолодження, акумулювання та змішані.* *Вибір системи опалення: повітряне, опалення підлоги, теплові завіси та вибір основних елементів теплонасосної установки.* *Зв'язок роздільних та поєднаних прямого та зворотного термодинамічних циклів. Термічний ККД прямого циклу, холодильний коефіцієнт зворотного циклу, тепловий коефіцієнт.* *Моделювання парокомпресійних теплових насосів та розрахунку їх характеристик.*	20	20
4	*Підготовка та складання контрольних заходів*	**10**	**10**
	Всього за ОК:	**60**	**84**

6. **Система оцінювання та вимоги**

Контроль успішності навчання здобувача проводиться у формах поточного і підсумкового контролів.

Формами поточного контролю є:

- модульні контрольні роботи;
- тестування знань здобувачів з певних тем або з певних окремих питань ОК;
- виконання і захист практичних робіт;
- усне опитування.

Підсумковий контроль – **диф. залік.**

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	Денна	Заочна
Змістовний модуль 1. Використання низькотемпературних джерел енергії		
Лекційний курс*	-	-
Практичні роботи*	19	9
Самостійна робота*	21	21
Тест*	10	20
Всього за змістовний модуль 1	**50,0**	**50,0**
Змістовний модуль 2. Теплонасосні технології		
Лекційний курс*	-	-
Практичні роботи*	19	9
Самостійна робота*	21	21
Тест*	10	20
Всього за змістовний модуль 2	**50,0**	**50,0**
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 – диф. залік.

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

1,8 – 2,0 бал	Практична відпрацьована вчасно, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
1,7 – 1,9 балів	Практична відпрацьована вчасно, при відповіді допущені неточності	дуже добре
1,4 – 1,6 балів	Практична відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
1,0 – 1,3 балів	Практична відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-0,9 балів	Практична не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Самостійна робота (денна та заочна форма навчання)

36 – 42 балів	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
32 -35 балів	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
29-31 балів	Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре

16-28 балів	Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-15 балів	Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Тестування (за один тест, денна)

8,9-10,0 балів	90 - 100 % правильних відповідей	відмінно
8,2 – 8,8 балів	74 – 89% правильних відповідей	дуже добре
7,4 – 8,1 балів	60 – 73% правильних відповідей	добре
6,0 – 7,3 балів	35 – 59 % правильних відповідей	достатньо
0 – 5,9 балів	0-34 % правильних відповідей	незадовільно

Тестування (за один тест, заочна)

17-20,0 балів	90 - 100 % правильних відповідей	відмінно
13 – 16 балів	74 – 89% правильних відповідей	дуже добре
9 – 12 балів	60 – 73% правильних відповідей	добре
4 – 8 балів	35 – 59 % правильних відповідей	достатньо
0 – 3 балів	0-34 % 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: виконання практичних дослідів з наступних захистом результатів досліджень.

Самостійна робота(реферати, доповіді з презентаціями, індивідуальні навчально-дослідні завдання тощо): робота з навчально-методичними матеріалами, робота зі статистично-аналітичними звітами, складання планової та звітної документації, науково-дослідна робота студентів (методи пізнання, аналогій, оцінка, ілюстрація тощо), складання скетчів за темами лекцій, реферування, конспектування)

8. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Арсеньєв В. М. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв, С. С. Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с.

2. Редько А. О., Безродний М. К., Загорученко М. В., Ратушняк Г. С., Редько О. Ф., Хмельнюк М. Г. Низькопотенційна енергетика. Навчальний посібник (Під редакцією академіка НАНУ А. А. Долинського), Харків: Видавництво «Друкарня Мадрид», 2016. – 412с.

3. Безродний М.К., Пуховий І.І., Кутра Д.С. Теплові насоси та їх використання. Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 312 с.

4. Безродний М.К., Притула Н.А. Енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання. Монографія. – Київ: НТУУ «КПІ», 2012. – 208 с.

5. Арсеньєв В. М. Теплонасосна технологія енегрозбереження : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв. – Суми : СумДУ, 2011. – 283 с.

6. Арсеньєв В. М. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв, С. С. Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с.
7. Пісарєв В.Є. Теплові насоси та холодильні установки: Навч. посібник. – Київ: КНУБА, 2002. – 124с.

Додаткові:

1. Ткаченко С.Й. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання.:моног. / С.Й. Ткаченко, О.П. Остапенко. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 176 с.
2. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посіб./ Г. С. Ратушняк, В.В. Джеджула , К. В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2010
3. Боженко М.Ф. Енергозбереження в теплопостачанні: навч. посіб. / М.Ф. Боженко, В.П. Сало. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 268с.
4. Басок Б.І. Комплексна модернізація типової системи теплопостачання будівлі на основі використання теплового насосу типу «повітря вода» / [Б.І. Басок, Т.Г. Бєляєва, А.Р. Коба, та ін.] // Промислова теплотехніка. – 2009. – Т. 31, № 7. – С. 19–21.

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/ Борис КОСОЙ

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри ЕТ та ПЕ

Протокол від «14» 03 2024 р. № 7

Завідувач кафедри /ПІДПИСАНО/ Юрій СЕМЕНЮК

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика
професор кафедри ЕТ та ПЕ /ПІДПИСАНО/ Борис КОСОЙ