

Шифр Спеціальності 144	Назва спеціальності, освітньої програми «Теплоенергетика», «Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові технології»	Сторінка 1 з 5
------------------------------	--	-------------------

**«Затверджую»**

Завідувач кафедри теплотехніки  
д.т.н., професор О.В.Приймак  
31.08.2022 р.

Розробник  
асистент Є.О. Кулінко  
31.08.2022 р.



## СИЛАБУС

### Дисципліна обов'язкової компоненти Теплові насоси. Теплохолодопостачання

1) Шифр за освітньою програмою: ОК 33
2) Навчальний рік: 2022/2023
3) Освітній рівень: перший
4) Форма навчання: денна, заочна
5) Галузь знань: 14- Електрична інженерія
6) Спеціальність, назва освітньої програми: 144 «Теплоенергетика», «Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові технології»
8) Статус освітньої компоненти: обов'язкова
9) Семестр: сьомий
11) Контактні дані викладача: асистент кафедри теплотехніки Кулінко Євген Олександрович, e-mail: <a href="mailto:kulinko.iew@knuba.edu.ua">kulinko.iew@knuba.edu.ua</a> ; +380993254951
12) Мова викладання: українська
13) Пререквізити: ОК 21- Технічна термодинаміка, ОК 22- Тепломасообмін, ОК 24- Гідравлічні та аеродинамічні машини, ОК 28 – Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії.
14) Мета курсу: формування сучасного рівня знань, вмінь та навичок, які необхідні для вирішення доцільності використання теплових насосів та холодильної техніки в конкретних умовах (аналіз стану джерел теплоти, проектування теплонасосних систем муніципальних та промислових технологій).

15) Результати навчання:

№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання компетентності
---	-------------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------------

1.	<b>ПР-4.</b> Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.	Індивідуальне завдання у формі реферату	Лабораторне в аудиторії/самостійна робота студента	ІК ЗК-3. ЗК-4. ЗК-5. ЗК-6. ЗК-9. СК-2. СК-5. СК-7. СК-8. СК-11. СК-13.
2.	<b>ПР-5.</b> Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.	-//-	-//-	ІК ЗК-3. ЗК-4. ЗК-5. ЗК-6. ЗК-9. СК-1. СК-5. СК-7. СК-8. СК-11. СК-12. СК-13.
3.	<b>ПР-6.</b> Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.	-//-	-//-	ІК ЗК-1. ЗК-2. ЗК-3. ЗК-4. ЗК-5. ЗК-6. ЗК-9. СК-1. СК-2. СК-5. СК-7. СК-8. СК-11. СК-12. СК-13.
4	<b>ПР-7.</b> Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.	-//-	-//-	ІК ЗК-1. ЗК-2. ЗК-3. СК-3. СК-5. СК-7. СК-11. СК-12. СК-13.
5	<b>ПР-8.</b> Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.	-//-	-//-	ІК ЗК-3. ЗК-6. ЗК-9. СК-2. СК-5. СК-7. СК-11.
6	<b>ПР-13.</b> Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.	-//-	-//-	ІК ЗК-3. ЗК-6. СК-1. СК-2. СК-6.

7	<b>ПР-15.</b> Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.	-//-	-//-	ІК ЗК-3. ЗК-6. ЗК-9. СК-1. СК-2. СК-5. СК-13.
8	<b>ПР-16.</b> Розуміти нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідки інженерної практики.	-//-	-//-	ІК ЗК-1. ЗК-2. ЗК-3. ЗК-5. ЗК-6. СК-2. СК-5. СК-13
9	<b>ПР-17.</b> Аргументувати і доносити судження, які відбивають інженерні рішення в сфері теплоенергетики та відповідні соціальні, екологічні та етичні проблеми до фахівців і нефахівців.	-//-	-//-	ІК ЗК-1. ЗК-2. ЗК-3. ЗК-4. СК-5. СК-6. СК-9. СК-10. СК-11. СК-13.
10	<b>ПР-18.</b> Вміти керувати професійною діяльністю, участі у роботі над проектами, відповідальності за прийняття рішень у сфері теплоенергетики.	-//-	-//-	ІК ЗК-5. ЗК-7. ЗК-8. ЗК-9. СК-6. СК-9. СК-10. СК-11. СК-13.
11	<b>ПР-19.</b> Розуміти технологію та організацію проектно-конструкторської діяльності, специфіку проектування тепло технологічних технологій з допомогою сучасного інструментарію, оптимізацію конструювання і проектування.	-//-	-//-	ІК ЗК-1. ЗК-3. ЗК-4. ЗК-5. ЗК-6. ЗК-9. СК-2. СК-5. СК-6. СК-13.
12	<b>ПР-20.</b> Розробляти проектну та технічну документацію, розраховувати принципи теплові схеми, виконувати теплові, гідравлічні та механічні розрахунки тепло технологій.	-//-	-//-	ІК ЗК-1. ЗК-3. ЗК-4. ЗК-5. ЗК-6. ЗК-9. СК-3. СК-5. СК-12. СК-13.

**16) Структура курсу:****Денна форма навчання**

Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостій ні робота здобувача , год.	Форма підсумко вого контролю
24	24	6	Розрахунково-графічна робота	66	залік
<b>Сума годин:</b>			120		
<b>Загальна кількість кредитів ECTS:</b>			4		
<b>Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:</b>			54 годин (1,8 кредитів ECTS)		
<b>Заочна форма навчання</b>					
Лекції, год.	Практичн і заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостій ні робота здобувача , год.	Форма підсумко вого контролю
14	18	6	Розрахунково-графічна робота	82	залік
<b>Сума годин:</b>			120		
<b>Загальна кількість кредитів ECTS:</b>			4		
<b>Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:</b>			38 годин (1,27 кредитів ECTS)		

**17) Зміст курсу: (окремо для кожної форми занять – Л/Пр/Лаб/ КР/СРС)****Лекційні заняття:****Змістовий модуль 1. Основи використання теплових насосів.**

Заняття 1-4. Тема 1. Загальні відомості про теплові насоси. Історія розвитку теплових насосів. Термодинамічні основи роботи теплових насосів. Головні компоненти теплових насосів. Типи теплових насосів. Тема 2. Режими роботи теплових насосів. Моновалентний режим. Бівалентний альтернативний режим. Бівалентний паралельний режим. Каскадна установка теплових насосів. Комбінація з альтернативними джерелами енергії. Тема 3. Доступність, ефективність і вибір низькопотенційних джерел теплоти Розсольно-водяний тепловий насос. Грунтовий колектор і ґрунтові зонди. Водно-водяний тепловий насос. Використання стічних вод. Повітряно-водяний тепловий насос. Розрахунок захисту від шуму. Тема 4. Техніко-економічний розрахунок ефективності використання теплових насосів Обґрунтування встановленої потужності теплового насосу. Визначення щорічного прибутку від використання теплового насосу. Визначення терміну окупності з урахуванням дисконтування отриманих доходів. Аналіз впливу вартості енергоносіїв на термін окупності.

**Змістовий модуль 2. Використання теплових насосів у системах тепло- та холодопостачання.**

Заняття 5-8. Тема 5. Загальна характеристика теплонасосних систем теплопостачання. Вибір схеми ГВП. Повітряне опалення. Радіаторна система водяного опалення. Низькотемпературні системи водяного опалення. Теплонасосні системи вентиляції. Базові принципи режиму охолодження. Тема 6. Теплонасосні системи теплопостачання з використанням сонячної енергії. Основи геліотехніки. Паралельне використання теплових насосів та сонячних систем теплопостачання. Використання сонячної енергії як нижнього джерела теплоти для теплового насосу. Використання сонячної енергії у верхньому контурі теплового насосу. Тема 7. Ефективність застосування теплових насосів в системах тепло- та холодопостачання різних об'єктів Застосування теплових насосів в індивідуальних і багатоквартирних житлових будинках. Застосування теплових насосів в критих і відкритих басейнах. Застосування теплових насосів в системах теплопостачання громадських приміщень та будівель. Застосування теплових насосів в теплонасосних станціях центрального теплопостачання.

**Змістовий модуль 3. Використання теплових насосів в промислових технологіях.**

Заняття 9-12. Тема 8. Використання теплових насосів в процесах сушіння. Сушильні установки, як об'єкт застосування теплонасосних систем енергопостачання. Досвід використання теплових насосів в установках сушіння різних матеріалів і продуктів. Теплові насоси в технології приготування солоду пивоварного заводу. Використання теплових насосів в установках для сушіння зерна. Теплонасосні установки для низькотемпературного сушіння деревини. Методика розрахунку показників роботи теплонасосних установок сушіння деревини. Тема 9. Використання теплових насосів для охолодження трансформаторів та опалення приміщень електромереж. Включення первинного контуру теплового насосу послідовно з маслоохолоджувачем системи охолодження автотрансформатора або трансформатора. Розміщення фреонового контуру теплового насосу безпосередньо в баку автотрансформатора або трансформатора. Відбір теплоти від нагрітого масла з використанням системи масляно-випарного охолодження. Відбір теплоти від нагрітого повітря. Відбір теплоти за допомогою теплообмінників типу «лист-труба», розташованих на корпусі бака автотрансформатора. Тема 10. Теплові насоси в системах випаровування та дистиляції рідини. Принципові схеми теплонасосних

установок. Утилізація теплоти дефлегментарної води. Застосування теплових насосів у випарних установках.

**Практичні заняття:**

Заняття 1, 2. Розрахунок реального коефіцієнта трансформації і коефіцієнта первинної енергії. Термодинамічні цикли сучасних парокомпресійних теплових насосів.

Заняття 3, 4. Термодинамічна ефективність теплонасосних опалювальних систем.

Заняття 5, 6. Розрахунок ґрунтових зондів і колекторів для теплових насосів.

Заняття 7, 8. Визначення економічної доцільності переходу на теплопостачання від теплового насоса.

Заняття 9-12. Розрахунок теплового насоса у системі вентиляції з використанням рекуператора теплоти.

**Лабораторні заняття:**

Заняття 1. Вивчення призначення та конструкції теплового насоса.

Заняття 2. Експериментальна оцінка параметрів компресора.

Заняття 3. Експериментальна оцінка параметрів теплового насоса.

Лабораторні роботи проводяться впродовж кількох занять та потребують захисту.

**18) Основна література:**

1. Тепловые насосы/ Д. Рей, Д. Макмайл. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224с.

2. Пісарев В.С. Теплові насоси та холодильні установки: Навч. посібник. – Київ: КНУБА, 2002. – 124с

3. Остапенко О. П. Холодильна техніка та технологія. Теплові насоси : навчальний посібник / О.П. Остапенко. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 123 с.Техническая термодинамика /Под ред. В. Й. Базарова. –М.:Высшая школа, 1991. –347с

4. Енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання: моногр. / М.К. Безродний, Н.О. Притула. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 208 с.: іл. – Бібліогр.: с.200-207. – 110 пр.

5. Янговский Е.И., Левин Л.А. Промышленные тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.

**19) Додаткові джерела:**

1. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 712 с. (с приложением).

2. Драганов Б.Х. Теплотехніка / Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В., Письменний Є.М. (за ред. Драганова Б.Х.) Теплотехніка. Підручник. - К: «ІНКОС», 2005. - 504 с.

3. Чепурний М.М. Нагнітачі та теплові двигуни/М.М.Чепурний, Н.В.Резидент. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 99 с.

4. Степанова Н.Д., Степанов Д.В. Теплові мережі/Навч.пос. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 135 с.

**Інформаційні ресурси**

Освітній сайт Київського національного університету будівництва і архітектури: <http://org2.knuba.edu.ua>.

Бібліотека КНУБА. URL : <http://library.knuba.edu.ua/>.

**20) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):**

Поточне оцінювання			Підсумковий контроль	Сума
ПР-4, ПР-5, ПР-6, ПР-8, ПР-13	ПР-15, ПР-16, ПР-17.	ПР-7, ПР-18, ПР-19, ПР-20		
20	20	30	30	100

**21) Умови допуску до підсумкового контролю:** виконання та захист лабораторних робіт. Виконання та захист розрахунково-графічної роботи.

**22) Політика щодо академічної доброчесності:** тексти індивідуальних завдань (в т.ч. у разі, коли вони виконуються у формі презентацій або в інших формах) мають носити оригінальний характер і можуть бути розділом атестаційної роботи бакалавра.

**23) Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу дисципліни:**

<http://org2.knuba.edu.ua>.