



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут водного господарства та природооблаштування

Кафедра гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А.Лагоднюк
«_____» _____ 2016р.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

01-06-10

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Теплові насоси та їх використання»

спеціальність 144 «Теплоенергетика»

Рівне 2016

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплові насоси та їх використання» для магістрів спеціальності 144 «Теплоенергетика». – Рівне: НУВГП, 2016. – 12с.

Розробники: Філіпович Ю.Ю., к.т.н., доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин;
Середа В.В., старший викладач кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин

Протокол від “21” листопада 2016 року № 5

Завідувач кафедри _____ (О.А. Рябенко)

Схвалено методичною комісією НУВГП галузі знань 0506 “Енергетика та енергетичне машинобудування” спеціальності 8.05060101 “Теплоенергетика”.

Протокол від “30” листопада 2016 року № 3

Голова науково-методичної комісії _____ (В.З. Кочмарський)



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 14 “Електрична інженерія”	Нормативна
Модулів – 1	Спеціальність 144 «Теплоенергетика»	Рік підготовки:
Змістовних модулів – 3		1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: <u>немає</u>		Семестр:
Загальна кількість годин – 180		2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5		Лекції
		36 год.
		Практичні
	36 год.	
	Лабораторні	
	немає	
	Самостійна робота	
	108 год.	
	Індивідуальні завдання:	
	<u>немає</u>	
	Вид контролю:	
	іспит	

Примітка.

Співвідношення кількості аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить студентів становить – 35% до 65%.



2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни «Теплові насоси та їх використання» формування у студентів сучасного рівня знань, навичок та умінь, як дозволяють вирішувати такі типові задачі діяльності і проблеми:

- оцінка потенціалу нижніх джерел теплоти для теплових насосів;
- проектування і вибір низькотемпературних джерел енергії в теплонасосних системах теплопостачання;
- розробка теплонасосних систем теплопостачання різних об'єктів;
- застосування теплових насосів в промислових технологіях.

Завдання дисципліни «Теплові насоси та їх використання» - навчити студентів застосовувати теплові насоси, як джерела енергії в системах теплопостачання і промислових технологіях, аналізувати умови раціонального використання в теплових насосах низькотемпературних природних та техногенних джерел енергії, оцінювати ефективність застосування теплових насосів у системах теплопостачання різних об'єктів та енергозабезпечення промислових теплотехнічних процесів, підвищувати ефективність роботи теплонасосних систем за різних варіантів комбінування теплових насосів з іншим обладнанням то комбінованого використання нижніх джерел енергії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- теоретичні основи, типи і обладнання теплових насосів;
- потенціал нижніх джерел теплоти для теплових насосів;
- основи проектування теплонасосних систем теплопостачання;
- особливості використання низькотемпературних джерел енергії в різних системах теплопостачання;
- особливості використання теплових насосів у промислових технологіях;
- способи підвищення ефективності використання теплових насосів.

вміти:

- здійснювати вибір низькотемпературних джерел енергії;
- проектувати теплонасосні системи теплопостачання різних об'єктів;
- застосовувати теплові насоси в промислових технологіях;
- здійснювати правильну експлуатацію і обслуговування теплових насосів;
- підвищувати ефективність використання теплових насосів.



3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи використання теплових насосів

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

Розсолно-водяний тепловий насос. Грунтовий колектор і ґрунтові зонди. Водоводяний 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 теплопостачання

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 насоса. Використання сонячної енергії у верхньому контурі теплового насоса.



Тема 7. Ефективність застосування теплових насосів в системах теплопостачання 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

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 насоса послідовно з маслоохолоджувачем системи охолодження автотрансформатора або трансформатора. Розміщення фреонового контуру теплового насоса 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. Рекомпресія парів.



4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1.						
Основи використання теплових насосів						
Тема 1. Загальні відомості про теплові насоси	22	4	6	-	-	12
Тема 2. Режимы роботи теплових насосів	12	2	2	-	-	8
Тема 3. Доступність, ефективність і вибір низькопотенційних джерел теплоти	14	4	2	-	-	8
Тема 4. Техніко-економічний розрахунок ефективності використання теплових насосів	12	2	2	-	-	8
Разом за змістовим модулем 1	60	12	12	-	-	36
Змістовий модуль 2.						
Використання теплових насосів у системах теплопостачання						
Тема 5. Загальна характеристика теплонасосних систем теплопостачання	10	2	-	-	-	8
Тема 6. Теплонасосні системи теплопостачання з використанням сонячної енергії	18	4	4	-	-	10
Тема 7. Ефективність застосування теплових насосів в системах теплопостачання різних об'єктів	32	6	8	-	-	18
Разом за змістовим модулем 2	60	12	12	-	-	36
Змістовий модуль 3. Використання теплових насосів в промислових технологіях						
Тема 8. Використання теплових насосів в процесах сушіння	32	6	8	-	-	18
Тема 9. Використання теплових насосів для охолодження трансформаторів та опалення приміщень електромереж	12	4	-	-	-	8



<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Тема 10. Теплові насоси в системах випаровування та дистиляції рідини	16	2	4	-	-	10
Разом за змістовим модулем 3	60	12	12	-	-	36
Усього годин	180	36	36	-	-	108

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма
1.	Тема 1. Розрахунок реального коефіцієнта трансформації і коефіцієнта первинної енергії	2
2.	Тема 1. Термодинамічні цикли сучасних парокомпресійних теплових насосів	4
3.	Тема 2. Термодинамічна ефективність теплонасосних опалювальних систем	2
4.	Тема 3. Розрахунок ґрунтових зондів і колекторів для теплових насосів	2
5.	Тема 4. Визначення економічної доцільності переходу на теплопостачання від теплового насоса	2
6.	Тема 6. Розрахунок теплової схеми теплонасосної установки з використанням сонячної радіації	4
7.	Тема 7. Розрахунок теплового насоса у системі вентиляції з використанням рекуператора теплоти	4
8.	Тема 7. Тепловий розрахунок теплонасосної станції з електроприводом компресора	4
9.	Тема 8. Розрахунок теплової схеми ТНСУ для теплопостачання процесу сушіння чайного листа	4
10.	Тема 8. Тепловий розрахунок теплонасосної зернової сушарки	4
11.	Тема 10. Розрахунок теплового насоса для бражної колони	4
Разом		36



6. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до ауд. занять (0,5 год./1 год. зан.) – 18 год.;
- підготовка до контр. заходів (6 год. на 1 кр. ЄКТС) – 36 год.

6.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма
1.	Термодинамічні основи роботи теплових насосів	5
2.	Комбінація теплових насосів з альтернативними джерелами енергії.	5
3.	Повітряно-водяний тепловий насос. Розрахунок захисту від шуму.	5
4.	Аналіз впливу вартості енергоносіїв на термін окупності.	5
5.	Теплонасосні системи вентиляції. Базові принципи режиму охолодження.	6
6.	Використання сонячної енергії у верхньому контурі теплового насоса.	5
7.	Застосування теплових насосів в системах тепlopостачання громадських приміщень та будівель.	7
8.	Теплонасосні установки для низькотемпературного сушіння деревини.	6
9.	Відбір теплоти за допомогою теплообмінників типу «лист-труба», розташованих на корпусі бака автотрансформатора	5
10.	Утилізація теплоти дефлегментарної води.	5
Разом		54



7. Методи навчання

Для викладання лекційного курсу розроблений ілюстративний матеріал, в якому відображені необхідні рисунки, написані необхідні формули, коротко приведені основні визначення.

На практичних заняттях вирішуються ситуаційні задачі, які виникають при розрахунку теплових насосів.

8. Методи контролю

Контроль знань студентів з навчальної дисципліни здійснюється в усній і письмовій формі.

Контроль роботи студентів проводиться за такими видами робіт:

- наявність лекційного матеріалу – шляхом перегляду конспектів;
- робота на практичних заняттях – шляхом усного опитування і перевірки виконаних практичних завдань;
- підготовка та презентація реферату, міні лекції;
- підготовка до видання наукових статей, тез для участі в конференціях;

Усі форми контролю включені до 100-бальної шкали оцінювання.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на практичних заняттях, результати самостійної роботи студентів) проводиться за такими критеріями:

1. Розрахункові завдання, задачі (у % від кількості балів, виділених на завдання із заокругленням до цілого числа):

0 % – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

2. Ситуаційні вправи, конкретні ситуації та інші завдання творчого характеру (у % від кількості балів, виділених на завдання із заокругленням до цілого числа):

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково, висновки не аргументовані і не конкретні, звіт підготовлено недбало;

60% – завдання виконано повністю, висновки містять окремі недоліки, судження студента не достатньо аргументовані, звіт підготовлено з незначним відхиленням від вимог;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки не системного характеру;

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.



9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3			40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
6	4	6	4	6	6	8	8	6	6		

T1, T2 ... T10 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73	задовільно	
60-63		
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Методичне забезпечення

1. Теплові насоси та їх використання: навч. посіб. / М.К. Безродний, І.І. Пуховий, Д.С. Кутра. – Київ.: НТУУ «КПІ», 2013. – 312 с.
2. Опорний конспект лекцій (у електронному і паперовому носіїві) по всіх темах навчальної дисципліни, у тому числі і для самостійної роботи.
3. Методичні вказівки до практичних занять, контрольних та самостійних робіт з дисципліни «Теплові насоси та їх використання» для магістрів спеціальності 8.05060101 «Теплоенергетика». Шифр 01-07-09.
4. Пакет тестових завдань по кожному змістовному модулю і в цілому по всьому курсу дисципліни.



11. Рекомендована література

Базова

1. Руководство по проектированию тепловых насосов Viessmann Werke, Allendorf (Eder) Redaktion & Gestaltung solarcontact, Hannover, 2011, 126 p.
2. Енергетична ефективність теплонасосних схем тепlopостачання: моногр. / М.К. Безродний, Н.О. Притула. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 208 с.: іл. – Бібліогр.: с.200-207. – 110 пр.
3. Эффективность применения тепловых насосов в установках сушки древесины: моногр. / М.К. Безродный, Д.С. Кутра. – К.: НТУУ «КПИ», 2011. – Библиогр.: с. 201-209. – 240 с.
4. Янтовский Е.И., Левин Л.А. Промышленные тепловые насосы. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.

Допоміжна

1. Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения. К 10-летию ООО «Виссманн» в Украине. К. «Злато-Граф», 2010, 194 с.
2. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 712 с. (с приложением).
3. Пісарев В.Є. Теплові насоси та холодильні установки: Навч. посібник. – Київ: КНУБА, 2002. – 124с.

12. Інформаційні ресурси

До складу інформаційних ресурсів навчальної дисципліни входять:

1. Стандарт вищої освіти, другій рівень вищої освіти, спеціальність – 144 «Теплоенергетика». – Київ: Міністерство освіти і науки України, 2016
2. Наукова бібліотека НУВГП – м.Рівне, вул. О.Новака, 75.

Режим доступу: <http://lib.nuwm.edu.ua/>:

- Методичні вказівки до практичних занять, контрольних та самостійних робіт з дисципліни «Теплові насоси та їх використання» для магістрів спеціальності 8.05060101 «Теплоенергетика». Шифр 01-07-09.

Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2302/>