



ТЕПЛОВІ НАСОСИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Освітня програма	<i>Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, 8 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити, 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – один раз на тиждень; практичні заняття – один раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доц. Романова Катерина Олександрівна</i> <i>romanova_ko@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=e7dcd4d8584a</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Предметом навчальної дисципліни «Теплові насоси та їх використання» є особливості застосування теплових насосів як джерела енергії в системах теплопостачання і промислових теплотехнологіях, основні схеми теплонасосних установок, конструкції устаткування цих установок і методи розрахунків і проектування цих установок і обладнання, що входить до їх складу.

Для вивчення дисципліни «Теплові насоси та їх використання» необхідні знання в області фізики, гідрогазодинаміки, тепломасообміну, технічної термодинаміки.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- ФК 5 Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.*
- ФК 11 Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.*
- ФК 13 Здатність аналізувати методи та засоби підвищення теплової економічності устаткування об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики; визначати шляхи модернізації теплової схеми з метою підвищення економічності та надійності роботи об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики.*
- ФК 14 Здатність розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання, аналізувати схеми теплоенергетичних і теплотехнологічних установок з урахуванням вимог безпеки і сучасних тенденцій розвитку енергетики в залежності від призначення і типу палива, яке використовується.*

ФК 15 Здатність розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати ефективність і загальну економічність використання різних видів ВЕР, нетрадиційних джерел енергії, об'єктів з теплонасосними системами тепlopостачання.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

ПРН 4	Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
ПРН 5	Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
ПРН 6	Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, на- вколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.
ПРН 13	Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
ПРН 14	Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.
ПРН 19	Вміти розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи при проєктуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання.
ПРН 20	Вміти розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати їх ефективність і загальну економічність

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Курс "Теплові насоси та їх використання" є вибірковою дисципліною циклу професійної підготовки для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою бакалавра з напрямку «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження».

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена у 8 семестрі, коли студенти вже прослухали такі дисципліни, як «Теплотехнічні процеси та установки», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасообмін» та ін.

В свою чергу, знання в області «Теплові насоси та їх використання» використовуються далі в інтегрованих комп'ютерних технологіях, високотемпературні теплотехнологічні процеси та установки, низькоенергетичні опалювальні системи .

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ до дисципліни. Теоретичні основи, типи і обладнання теплових насосів.

Тема 1.1. Термодинамічні основи роботи теплових насосів і холодильних установок. Термодинамічні цикли та їх енергетичні характеристики. Цикл Карно і його використання для теплових насосів.

Тема 1.2. Парокомпресійні теплові насоси. Абсорбційні теплові насоси та холодильні установки.

Тема 1.3. Обладнання компресійних теплових насосів та теплонасосних станцій. Компресори. Приводні двигуни. Теплообмінники. Холодоагенти для холодильних та теплонасосних установок.

Розділ 2. Низькопотенційні джерела теплоти для теплових насосів.

Тема 2.1. Характеристика нижніх джерел теплоти. Теплота атмосферного повітря. Теплота вентиляційних викидів.

Тема 2.2. Теплота поверхневих природних, ґрунтових та стічних вод. Теплота ґрунту.

Тема 2.3. Енергія сонячного випромінювання. Теплота кристалізації води. Технічно досяжний потенціал низько потенційних джерел теплоти.

Розділ 3. Особливості використання низькотемпературних джерел енергії в теплонасосних системах теплопостачання.

Тема 3.1. Атмосферне повітря. Вентиляційне повітря будівель і споруд. Котеджі та колективні багатоповерхові будівлі. Підземні споруди.

Тема 3.2. Природна вода. Вода артезіанського походження. Вода відкритих водойм.

Тема 3.3. Техногенна вода, як джерело енергії для ТН. Скидна вода ТЕС. Зворотна мережева вода ТЕЦ. Каналізаційні стоки. Вода теплових скидів промислових підприємств.

Тема 3.4. Використання теплоти ґрунту. Ґрунтові теплообмінники. Теплообмін з повітрям в ґрунтових колекторах. Теплофізичні властивості ґрунту. Розрахунок повітряних ґрунтових колекторів.

Розділ 4. Теплонасосні системи теплопостачання.

Тема 4.1. Загальна характеристика теплонасосних систем теплопостачання. Застосування теплових насосів в індивідуальних і багатоквартирних житлових будинках. Повітряне опалення. Радіаторна система водяного опалення. Низькотемпературні системи водяного опалення.

Тема 4.2. Застосування теплових насосів в системах теплопостачання громадських приміщень та будівель. Системи вентиляції. Системи повітряного опалення. Системи водяного опалення, гарячого водопостачання та кондиціювання приміщень.

Тема 4.3. Застосування теплових насосів в критих та відкритих басейнах.

Тема 4.4. Застосування теплових насосів в теплонасосних станціях (ТНС) централізованого теплопостачання.

Тема 4.5. Проектування об'єктів з теплонасосними системами теплопостачання.

Розділ 5. Теплонасосні системи теплопостачання з використанням сонячної енергії.

Тема 5.1. Паралельне використання теплових насосів та сонячних систем теплопостачання. Комбінування теплових насосів з сонячними колекторами. Використання сонячної енергії як нижнього джерела теплоти для ТН в системах опалення. Використання сонячної енергії в верхньому контурі ТН.

Тема 5.2. Безпосереднє використання сонячної енергії як нижнього джерела теплоти для теплового насоса.

Розділ 6. Теплові насоси в промислових технологіях.

Тема 6.1. 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 пивовареного заводу. Використання теплових насосів в установках для сушіння зерна. Теплонасосні установки для низькотемпературного сушіння деревини.

Тема 6.2. Використання теплових насосів для охолодження трансформаторів та опалення приміщень електромереж.

Тема 6.3. Теплові насоси в системах випаровування та дистиляції рідини.

Базова література

1. Безродний М. К. Теплові насоси та їх використання. [Текст] : посіб. / М. К. Безродний, І. І. Пуховий, Д. С. Кутра. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 289 с.
2. Рей Д. Макмайл Д. Тепловые насосы. – М.: Энергоиздат. – 1982. – 219 с.
3. Ткаченко С.Й., Остапенко О. П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання. – Вінниця: ВНТУ. – 2009. – 175 с.
4. Янтовский Е.И., Левин Л.А. Промышленные тепловые насосы. – М: Энергоиздат. – 1989. – 128 с.

5. Безродний М.К. Енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання / М.К. Безродний, Н.О. Притула. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 208 с.
6. Гершкович В.Ф. Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами. К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП «Энергоминимум», 2009. – 60 с.
7. Рей Д. «Экономия энергии в промышленности. Справочное пособие для инженерно-технических работников. Пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1983 – 208 с.
8. Безродний М.К., Кутра Д.С. Эффективность применения тепловых насосов в установках сушки древесины. – Киев: Изд. «Політехніка», 2011. – 240 с.
9. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 712 с.

Допоміжна література

10. Roger Dumon. Energie solaire et stockage energie: Paris: Masson.- 1979.-139 p.
11. Patry J. Stockage par chaleur latente. Paris: PYS Edition.- 1981.- 280 p.
12. Пуховой И.И. Разработка и тепловые расчеты систем солнечного отопления. Киев: КПИ, 1992.-22с.
13. 4.Рекомендации по проектированию зданий с пассивными системами солнечного отопления. Киев: КиевЗНИИЭП, 1989.-100с.
14. Пуховой И.И. Система отопления зданий без теплового насоса с использованием природной холодной воды. Промышленная теплотехника № 1-3, том 14, 1992.
15. Пуховий І.І. Теплонасосне та безпосереднє використання теплової енергії доквілля і її потенціал в Україні // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2005. №1.- с. 92-97.
16. Пуховой И.И. Сравнение систем отопления с непосредственным и теплонасосным использованием воды с потенциалом до 30 ОС // Проблемы машиностроения. – 2005. - №2. – с. 23-27.
17. Пуховий І.І., Безродний М.К., Мхітарян Н.М., Кудря С.О. Економія природного газу при заміні котлів тепловими насосами та використання теплоти кристалізації води, як альтернативи теплоті ґрунту // Відновлювана енергетика.-2006.-№1.-с.15-19.
18. Пуховий І.І., Новаківський Є.В. Енергія, отримана від сонячного випромінювання в різних кліматично-географічних зонах України з урахуванням хмарності та її залежність від орієнтації сонячних колекторів // Відновлювальна енергетика. – 2006. - №4. – с. 28 – 36.
19. Пуховой И.И. Тепловые насосы, потребляющие электроэнергию по цене ночного тарифа и использующие теплоту сточных вод и кристаллизации воды. В кн. Малая энергетика в системе обеспечения эконом. безопасности государства. Под ред. Вороновского Г.К., Недина И.В. Киев: Знания Украины. - 2006. - с.152-156.
20. Пуховий І.І. Аналіз теплообміну в процесі зростання льодяних бурульок, що використовуються для акумулювання природного холоду та підігріву повітря в системах теплопостачання // Відновлювана енергетика. - 2007.- №1.- с.16-19.
21. Пуховой И.И., Безродний М.К., Фединчик Н.А. Использование грунта в качестве источника тепловой энергии и холода в системах вентиляции, подачи воздуха на горение и кондиционировании. В кн. Экономическая безопасность государства и интеграционные формы ее обеспечения. Под ред. Вороновского Г.К. и Недина И.В.. Киев: Знания Украины. - 2007.- с.271-274.

Рекомендації

Сайт наукової бібліотеки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» <http://library.kpi.ua> в розділі «Електронні ресурси», підрозділі «Загальний електронний каталог НТБ» дозволяє знайти та замовити рекомендовану літературу до навчальної дисципліни та отримати доступ до електронних ресурсів бібліотеки та роботи з ними

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ п/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Вступ. Структура курсу. Термодинамічні основи роботи теплових насосів і холодильних установок. Термодинамічні цикли та їх енергетичні характеристики. Цикл Карно і його використання для теплових насосів. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції. Пошук в Інтернеті інформації по акумулюванню теплоти в підземних водоносних горизонтах.
2	Парокомпресійні теплові насоси. Абсорбційні теплові насоси та холодильні установки. Література: 1. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції.
3	Обладнання компресійних теплових насосів та теплонасосних станцій. Компресори. Приводні двигуни. Теплообмінники. Холодоагенти для холодильних та теплонасосних установок. Література: 1,5. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції.
4	Характеристика нижніх джерел теплоти. Теплота атмосферного повітря. Теплота вентиляційних викидів. Література: 1,2,5. Завдання для самостійної роботи (СРС): Вивчення матеріалу лекції.
5	Теплота поверхневих природних, ґрунтових та стічних вод. Теплота ґрунту. Енергія сонячного випромінювання. Теплота кристалізації води. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції.
6	Атмосферне повітря. Вентиляційне повітря будівель і споруд. Котеджі та колективні багатоповерхові будівлі. Підземні споруди. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції.
7	Природна вода. Вода артезіанського походження. Вода відкритих водойм. Техногенна вода, як джерело енергії для ТН. Література: 1. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції
8	Використання теплоти ґрунту. Ґрунтові теплообмінники. Теплообмін з повітрям в ґрунтових колекторах. Теплофізичні властивості ґрунту. Розрахунок повітряних ґрунтових колекторів. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції.
9	Загальна характеристика теплонасосних систем теплопостачання. Застосування теплових насосів в індивідуальних і багатоквартирних житлових будинках. Повітряне опалення. Радіаторна система водяного опалення. Низькотемпературні системи водяного опалення. Література 3. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції.
10	Застосування теплових насосів в системах теплопостачання громадських приміщень та будівель. Системи вентиляції. Системи повітряного опалення. Системи водяного опалення, гарячого водопостачання та кондиціювання приміщень. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (СРС). Вивчення матеріалу лекції.

11	Застосування теплових насосів в критих та відкритих басейнах. Застосування теплових насосів в теплонасосних станціях. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (CPC). Вивчення матеріалу лекції.
12	Проектування об'єктів з теплонасосними системами теплопостачання. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (CPC). Вивчення матеріалу лекції.
13	Паралельне використання теплових насосів та сонячних систем теплопостачання. Комбінування теплових насосів з сонячними колекторами. Використання сонячної енергії як нижнього джерела теплоти для ТН в системах опалення. Використання сонячної енергії в верхньому контурі ТН. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (CPC). Вивчення матеріалу лекції.
14	Безпосереднє використання сонячної енергії як нижнього джерела теплоти для теплового насоса. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (CPC). Вивчення матеріалу лекції.
15	Використання теплових насосів в процесах сушіння. Сушильні установки, як об'єкт застосування теплонасосних систем енергопостачання. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (CPC). Вивчення матеріалу лекції.
16	Використання теплових насосів для охолодження трансформаторів та опалення приміщень електромереж. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (CPC). Вивчення матеріалу лекції.
17	Теплові насоси в системах випаровування та дистиляції рідини. Література: 1,3. Завдання для самостійної роботи (CPC). Вивчення матеріалу лекції.
18	Промислові технології з ТН. Вимоги до заліку. Література 3.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять полягають у набутті студентами умінь виконувати самостійно визначення теплового навантаження систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання; теплові, аеро- та гідромеханічні розрахунки обладнання теплонасосних систем теплопостачання, підбирати за довідниками основне і допоміжне обладнання, а також у набутті відповідного досвіду у вирішенні цих питань.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на CPC)
1	Термодинамічні основи роботи теплових насосів і холодильних установок. Розрахунок термодинамічних циклів та їх енергетичних характеристик. Цикл Карно і його використання для теплових насосів. Література: [1,2,4]. Завдання на CPC: Повторити тему «зворотні цикли»
2	Підбір обладнання компресійних теплових насосів та теплонасосних станцій. Компресорів. Приводних двигунів. Теплообмінників. Література: [1,2,4]. Завдання на CPC: Повторити тему «Характеристика нижніх джерел теплоти. Теплота атмосферного повітря. Теплота вентиляційних викидів.»
3	Розрахунок характеристик нижніх джерел теплоти. Теплоти атмосферного повітря. Теплоти вентиляційних викидів. Література: [1,2,4]. Завдання на CPC: Повторити тему «Теплота поверхневих природних, ґрунтових та стічних вод. Теплота ґрунту. Енергія сонячного випромінювання. Теплота

	кристалізації води.»
4	Розрахунок теплоти поверхневих природних, ґрунтових та стічних вод. Теплоти ґрунту. Енергії сонячного випромінювання. Теплоти кристалізації води. Література: [1,2,4]. Завдання на СРС: Повторити тему «Використання теплоти ґрунту. Ґрунтові теплообмінники. Теплообмін з повітрям в ґрунтових колекторах. Теплофізичні властивості ґрунту. Розрахунок повітряних ґрунтових колекторів.»
5	Розрахунок ґрунтових теплообмінників. Теплообмін з повітрям в ґрунтових колекторах. Теплофізичні властивості ґрунту. Розрахунок повітряних ґрунтових колекторів Література: [1,2,4]. Завдання на СРС: Повторити тему «Повітряне опалення. Радіаторна система водяного опалення. Низькотемпературні системи водяного опалення»
6	Розрахунок повітряного опалення. Підбір радіаторної системи водяного опалення. Низькотемпературні системи водяного опалення Література: [1,2,4]. Завдання на СРС: Повторити тему «Системи вентиляції. Системи повітряного опалення. Системи водяного опалення, гарячого водопостачання та кондиціювання приміщень»
7	Розрахунок системи вентиляції. Системи повітряного опалення. Системи водяного опалення, гарячого водопостачання та кондиціювання приміщень. Література: [1,2,4]. Завдання на СРС: Повторити тему «Використання сонячної енергії як нижнього джерела теплоти для ТН в системах опалення»
8	Використання сонячної енергії як нижнього джерела теплоти для ТН в системах опалення. Використання сонячної енергії в верхньому контурі ТН. Література: [1,2,4]. Завдання на СРС: Повторити тему «Використання теплових насосів в процесах сушіння. Сушильні установки, як об'єкт застосування теплонасосних систем енергопостачання»
9	Заключне заняття. Вимоги до заліку по дисципліні.

5. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Обладнання компресійних теплових насосів та теплонасосних станцій. Компресори. Приводні двигуни. Теплообмінники. Холодоагенти для холодильних та теплонасосних установок. Література: [1,2,4].	4
2	Характеристика нижніх джерел теплоти. Теплота атмосферного повітря. Теплота вентиляційних викидів. Література: [1,2,4].	4
3	Теплота поверхневих природних, ґрунтових та стічних вод. Теплота ґрунту. Література: [1,2,4].	4
4	Техногенна вода, як джерело енергії для ТН. Скидна вода ТЕС. Зворотна мережева вода ТЕЦ. Каналізаційні стоки. Вода теплових скидів промислових підприємств. Література: [1,2,4].	4
5	Використання теплоти ґрунту. Ґрунтові теплообмінники. Теплообмін з повітрям в ґрунтових колекторах. Теплофізичні властивості ґрунту. Розрахунок повітряних ґрунтових колекторів. Література: [1,2,4].	4
6	Застосування теплових насосів в теплонасосних станціях (ТНС) централізованого тепlopостачання. Література: [1,2,4].	4
7	Безпосереднє використання сонячної енергії як нижнього джерела теплоти для теплового насоса. Література: [1,2,4].	6

8	Проектування об'єктів з теплонасосними системами тепlopостачання. Література: [1,2,4].	6
	<u>Всього</u>	36

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- на заняттях дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку інформації та виконання індивідуальних завдань;
- захист практичних завдань відбувається на практичному занятті у виділений для цього викладачем час;
- штрафні та заохочувальні бали:
 - відсутність на практичному занятті без поважної причини - мінус 5 балів;
 - несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання МКР - мінус 5 балів;
 - участь в олімпіаді з дисципліни, розробка ситуаційних вправ, тестових завдань та задач з дисципліни, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до 10 заохочувальних балів.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю знань з дисципліни:

- відповіді на лекційних заняттях;
- відповіді на практичних заняттях;
- виконання завдань СРС;
- виконання МКР;
- відповідь на екзамені.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання аудиторних завдань;
- 2) робота на практичних заняттях;
- 3) виконання МКР;
- 4) виконання РГР;
- 5) відповідь на диф. заліку.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Відвідування лекційних занять – 20 балів;
2. Відвідування практичних занять – 20 балів;
3. Здача МКЗ – 10 балів;
4. Захист РГР – 10 балів;
5. Відповідь на диф.заліку – 40 балів.

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Розмір стартової шкали $R_c = 60$ балів.

Розмір шкали диф. заліку $R_e = 40$ балів.

Умови допуску до заліку: зарахування R_c більше 45 балів.

Критерії залікового оцінювання

За відповіді на заліку при максимальному розмірі екзаменаційної шкали перевід з традиційної оцінки в рейтингову оцінку здійснюється за наступними критеріями:

- «відмінно» – 30 – 40 бали;
- «добре» – 20 – 29 балів;
- «задовільно» – 10 – 19 балів;
- «незадовільно» – 0 балів.

Таблиця переведення рейтингової оцінки з навчальної дисципліни RD

<i>Рейтингові бали, RD</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
$95 \leq RD \leq 100$	<i>Відмінно</i>
$85 \leq RD \leq 94$	<i>Дуже добре</i>
$75 \leq RD \leq 84$	<i>Добре</i>
$65 \leq RD \leq 74$	<i>Задовільно</i>
$60 \leq RD \leq 64$	<i>Достатньо</i>
$RD < 60$	<i>Незадовільно</i>
<i>Невиконання умов допуску до семестрового контролю</i>	<i>Не допущено</i>

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

З метою поглиблення вивчення дисципліни та набуття стійких вмінь самостійних і кваліфікованих розрахунків і вибору основного і допоміжного устаткування теплонасосних установок доцільно в процесі вивчення дисципліни виконувати модульну контрольну роботу з окремих питань дисципліни. Після вивчення дисципліни доцільно виконувати на її базі дипломний проект бакалавра, курсовий проект або розділ дипломного проекту спеціаліста чи дисертації магістра.

Можливі теми модульної контрольної роботи:

Теплопостачання індивідуального житлового будинку.

Технічний проект компресорної холодильної або теплонасосної установки.

Технічний проект конвективної теплонасосної сушильної установки

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Романова Катерина Олександрівна

Ухвалено кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки (протокол № 16 від 23.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією теплоенергетичного факультету (протокол № 11 від 24.06.2021р.)