Національна академія наук України

ІНСТИТУТ ГАЗУ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту газу
НАН України
член-кореспондент НАН України,
д.т.н., проф.
_____ Г.В. Жук
«30» вересня 2026 р.

Системи централізованого теплопостачання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки _____доктора філософії_____
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності __144 “Теплоенергетика ”__
(шифр і назва)

та

спеціальності _G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)_
(шифр і назва)

спеціалізація _G4.02 Теплоенергетика_____
(шифр і назва)

Ухвалено Вченою радою Інституту газу НАН України

Протокол № 11 від 30 вересня 2026 року

Голова _____ Г.В. Жук
(підпис) (ініціали, прізвище)
30.09.2026 року

Вводиться в дію з « 01 » жовтня 2026 року.

КИЇВ – 2026

Робоча програма навчальної дисципліни «Системи централізованого теплопостачання» (силабус) для аспірантів за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», галузі знань 14 «Електрична інженерія», третього освітньо-наукового рівня доктор філософії в галузі електричної інженерії, за денною/заочною формою навчання.

Робоча програма навчальної дисципліни «Системи централізованого теплопостачання» (силабус) для аспірантів за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією), спеціалізація G4.02 «Теплоенергетика» в галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво, третього освітньо-наукового рівня доктор філософії, за денною/заочною формою навчання.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Провідний наук. спів-к, д-р техн. наук, ст.н.с. Нікітін Євген Євгенович
(посада, наукова ступінь, вчене звання, ПІБ)

Завідувач відділу, д-р техн. наук П'яних Костянтин Євгенович
(посада, наукова ступінь, вчене звання, ПІБ)

1. Опис кредитного модуля

<table>
<tr><th>Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</th><th>Загальні показники</th><th>Характеристика кредитного модуля</th></tr>
<tr><td>Галузь знань:
14 «Електрична інженерія»
G «Інженерія, виробництво та будівництво»</td><td>Назва навчальної дисципліни, до якої належить кредитний модуль
«Системи централізованого теплопостачання»</td><td>Форма навчання
денна / заочна</td></tr>
<tr><td>Спеціальність:
144 «Теплоенергетика»
G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)</td><td>Кількість кредитів ECTS – 6</td><td>Статус кредитного модуля
Вибіркова частина підготовки</td></tr>
<tr><td>Спеціалізація:
G4.02 Теплоенергетика</td><td>Кількість розділів – 3</td><td>Цикл, до якого належить кредитний модуль
немає</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Освітньо-науковий рівень: доктор філософії</td><td></td><td>Рік підготовки: 3-й
Семестр: 5-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість 180 год.</td><td>Лекції 15 год.</td></tr>
<tr><td>Практичні (семінарські) 15 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>Самостійна робота 150 год.</td></tr>
<tr><td>Вид та форма семестрового контролю:
Екзамен</td></tr>
</table>

Кредитний модуль «Системи централізованого теплопостачання» входить до вибіркової частини підготовки та має важливе значення у підготовці більш спеціалізованого фахівця з теплоенергетики. У структурно-логічній схемі програми підготовки з даного напряму навчальна дисципліна «Системи централізованого теплопостачання» забезпечує інші навчальні дисципліни у програмі підготовки фахівця, які потребують знань, щодо систем централізованого теплопостачання.

Загальний курс кредитного модуля «Системи централізованого теплопостачання» становить важливу складову наукової та інженерної освіти спеціалістів з теплоенергетики, які здійснюють науково-технічну діяльність у цьому напрямку.

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у аспірантів здатностей:

- логічного мислення, розвитку інтелектуальних здібностей;
- виховання у здобувачів науково-технічної культури, необхідної ерудиції та інтуїції у питаннях прикладного застосування інженерно-фізичних знань;
- застосування інженерно-фізичних знань у розв’язанні інженерних розрахунків;
- доводити розв’язок задачі до практично прийнятного результату – числа, графіка, якісного висновку із застосуванням довідників, таблиць, обчислювальних засобів;
- самостійно вивчати літературу з дисципліни «Системи централізованого теплопостачання»;
- вироблення навичок аналізувати і застосовувати одержані результати.

2.2. Основні завдання кредитного модуля:

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни аспіранти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- базових понять щодо систем централізованого теплопостачання;
- нормативних документів у сфері централізованого теплопостачання;
- методів оцінки енергоефективності систем теплопостачання;
- когнітивного аналізу систем;
- загальних принципів їх моделювання;
- основних інноваційних технічних рішень у підвищенні ефективності теплопостачання;
- комплексного підходу для аналізу та оптимізації різних технічних систем теплозабезпечення, їх елементів та окремих процесів у них;

уміння:

- виконувати розрахунки матеріальних, теплових, енергетичних, ентропійних і ексергетичних балансів з їх аналізом і фізичним обґрунтуванням;

- визначати ефективність, рівень досконалості різних технічних систем теплозабезпечення;
- розробляти схеми теплопостачання населених пунктів;
- розробляти техніко-економічні обґрунтування інноваційних проектів модернізації систем централізованого теплопостачання;
- здійснювати наукове супроводження інноваційних проектів об’єктів і систем централізованого теплопостачання та автономного енергопостачання;

досвід:

- навчитися працювати з інформаційними ресурсами, підручниками, довідниками та ін.;
- навчитися розв’язувати технічні задачі, одержані в результаті математичного моделювання процесів;
- використовувати методи теорії систем централізованого теплопостачання при розв’язуванні наукових, технологічних, управлінських та інших задач.

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.

Загальні компетентності, яких набуває здобувач:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Здатність розв’язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного світогляду із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові) компетентності, яких набуває здобувач:

С(Ф)К01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах

С(Ф)К04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень

С(Ф)К05. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в теплоенергетиці та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти, проявляти лідерство під час їх реалізації.

С(Ф)К06. Здатність розуміти сучасні проблеми науково-технічного та екологічного аспектів розвитку енергетики, знати сучасні технології енерго-, еколого- та ресурсозбереження.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримувати нові знання та/або здійснювати інновації.

ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів із використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
ПРН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.
ПРН09. Проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел конкретних освітніх, наукових та професійних текстів в сфері обраної спеціальності; вміння виявляти теоретичні та практичні проблеми, а також дискусійні питання в конкретних освітніх, наукових та професійних текстах в сфері теплоенергетики, критично сприймати та аналізувати чужі думки та ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми.

Програмні результати навчання професійного спрямування вибіркових дисциплін:

1. Знати методи оцінки енергоефективності систем тепло постачання, когнітивного аналізу систем, загальних принципів їх моделювання. Знати основні інноваційні технічні рішення у підвищенні ефективності теплопостачання. Знати комплексний підхід для аналізу та оптимізації різних технічних систем теплозабезпечення, їх елементів та окремих процесів у них. Вміти виконувати розрахунки матеріальних, теплових, енергетичних, ентропійних і ексергетичних балансів з їх аналізом і фізичним обґрунтуванням; визначати ефективність, рівень досконалості різних технічних систем теплозабезпечення. Здійснювати наукове супроводження інноваційних проектів об'єктів і систем централізованого теплопостачання та автономного енергопостачання.

3. Структура кредитного модуля

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ. (семін.)	Лаборант. (комп.пр.)	СРА
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Розділ 1. Базові поняття централізованого теплопостачання (ЦТ)					
Тема 1.1. Загальна інформація	12	1	1		10
Тема 1.2. Теплові джерела та мережі	12	1	1		10
Тема 1.3. Нормативна база ЦТ	12	1	1		10
Разом за розділом 1	**36**	**3**	**3**		**30**
Розділ 2. Трансформація ЦТ					
Тема 2.1. Поточний стан ЦТ	12	1	1		10
Тема 2.2. Розвиток ЦТ в країнах ЄС	12	1	1		10
Тема 2.3. Техніко-економічні розрахунки	12	1	1		10
Разом за розділом	**36**	**3**	**3**		**30**
Розділ 3. Напрямки підвищення енергоефективності ЦТ					
Тема 3.1. Спільна виробка теплоти й електроенергії	12	1	1		10
Тема 3.2. Теплові насосі	12	1	1		10
Тема 3.3. Котли	12	1	1		10
Тема 3.4. Теплові утилізатори	12	1	1		10
Тема 3.5. Біопаливо в ЦТ	12	1	1		10
Тема 3.6. Станції сонячного теплопостачання	12	1	1		10
Тема 3.7. Цілісний підхід до модернізації ЦТ та будівель	12	1	1		10
Тема 3.8. Використання скидної теплоти в ЦТ	12	1	1		10
Тема 3.9. Централізоване, автономне та індивідуальне опалення	12	1	1		10
Разом за розділом 3	**108**	**9**	**9**		**90**
ВСЬОГО	**180**	**15**	**15**		**150**

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів[1], посилання на літературу та завдання на СРА)
1	***Централізоване теплопостачання (ЦТ). Загальна інформація***. Класифікація систем теплопостачання. Історія виникнення та переваги ЦТ. Структура ЦТ. Теплові навантаження. Споживачі теплової енергії. Енергетичний баланс ЦТ *Рекомендована література* [3, Гл. 1 § 1, Гл. 5 § 3], [4, Гл. 1,2,3].
2	***Теплові джерела та теплові мережі.*** Класифікація теплових джерел і теплових мереж. Температурний графік. Тепловий і гідравлічний розрахунок теплових мереж. *Рекомендована література* [3, Гл. 1. § 1], [4, Гл. 7, 8, 9]. *СРА.* Розрахунок теплових мереж. Розрахунок температурних графіків. *Рекомендована література* [4, Гл. 3].
3	***Національне законодавство та нормативно-методична база в сфері ЦТ.*** Закони, стратегії, методичні рекомендації, державні стандарти, інше. *Рекомендована література* [9, Гл. 2, 3, 4, Інформаційні ресурси 1, 3, 6]. *СРА.* Розробка схем теплопостачання населених пунктів. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 1 – 7].
4	***Поточний стан ЦТ в Україні***. Загальна характеристика централізованого теплопостачання, показники поточного стану ЦТ, проблеми теплопостачання населених пунктів України та напрями їх вирішення. *Рекомендована література* [1, Гл. 1 §§ 1, 2, 3]. *СРА.* Централізоване теплопостачання як складна енергетична система. *Рекомендована література* [8. Гл. 1, 2, 3, 4].
5	***Розвиток централізованого теплопостачання в країнах ЄС.*** Основні концептуальні положення розвитку ЦТ. Дорожня карта розвитку ЦТ в ЄС. Етапи (покоління) розвитку ЦТ. *Рекомендована література* [1, Гл. 2 §§ 1, 2, 3]. *СРА.* Централізоване теплопостачання – інтегруюче середовище розвитку відновлювальної енергетики. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 9, 10, 16].
6	**Техніко-економічні розрахунки проектів модернізації ЦТ.** Формування множини проектів. Критерії оцінки проектів. Метод витрат і вигід. Фінансові показники проектів. Взаємодія проектів. Синергетичні та мультиефективні проекти. *Рекомендована література* [3, Гл. 2 § 3]. *СРА.* Метод витрат та вигід.

[1] Основними дидактичними засобами на лекції є дошка, крейда. Технічних засобів проведення лекцій не передбачено.

	Рекомендована література [9, Гл. 1 § 1].
7	***Спільна виробка теплової й електричної енергії в ЦТ.*** Енергетична ефективність спільної виробки теплової й електричної енергії. Роль теплоелектроцентралей (ТЕЦ) в національній енергетичній системі. Сучасний стан ТЕЦ України. *Рекомендована література* [1, Гл. 5 § 6]. *СРА.* Мала розподілена когенерація. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 17, 19].
8	**Теплові насоси в ЦТ**. Типи теплових насосів, схеми включення теплових насосів в структуру ЦТ. Приклади країн ЄС. Приклади розробки техніко-економічних обґрунтувань в Україні. *Рекомендована література* [1, Гл. 5 §8], [2, Гл. 10]. *СРА.* Європейський досвід впровадження теплових насосів. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 12, 13, 14].
9	**Котли в структурі ЦТ.** Класифікація котлів. Тепловий баланс, енергетична ефективність котлів. Ефективна експлуатація котлів. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 18]. *СРА.* Спалювання твердих побутових відходів. *Рекомендована література* [1, Гл. 5 § 2].
10	**Підвищення ефективності газових котлів.** Типи утилізаторів теплоти відхідних газів. Конденсаційні теплоутилізатори. Регулювання процесу горіння палива. *Рекомендована література* [1, Гл. 5 § 2].
11	**Біопаливо в ЦТ.** Види та характеристики котлів. Класифікація котлів на біопаливі. Особливості експлуатації котлів на біопаливі. Когенерація на біопаливі. *Рекомендована література* [1, Гл. 5 § 5]. *СРА.* Газифікація біомаси. *Рекомендована література* [2. Гл. 2 §§ 2, 6].
12	**Станції сонячного теплопостачання (ССТ).** Схеми включення станцій сонячного теплопостачання в схему теплопостачання. Річне та добове теплове акумулювання. Досвід впровадження ССТ. *Рекомендована література* [2, Гл. 10], [Інформаційні ресурси 11, 21]. *СРА.* Міжнародний досвід впровадження ССТ в ЦТ. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 20, 22].
13	***Цілісний підхід до модернізації СЦТ та модернізації будівель.*** Переваги цілісного підходу. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 23]. *СРА.* Низькотемпературне опалення. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 24].
14	Використання скидної теплоти в ЦТ. *Рекомендована література* [2, Гл. 10], [Інформаційні ресурси 25, 31]. *СРА.* Використання абсорбційних теплових насосів.

	Рекомендована література [Інформаційні ресурси 26 – 30].
15	***Централізоване, автономне та індивідуальне опалення.*** Щільність теплового навантаження. Зони теплопостачання. Фактори, що впливають на формування зон теплопостачання. *Рекомендована література* [1, Гл. 3 § 4, 5, Гл. 4 § 6]. *СРА.* Щільність теплового навантаження. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 32].

5. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: навчитися застосовувати теоретичні знання до розв'язування практичних задач, виробити навички роботи з інформаційними ресурсами та оволодіти методами систем централізованого теплопостачання для розв'язування задач, що виникають в результаті моделювання техніко-економічних процесів, та розробки схем теплопостачання населених пунктів.

№ з/п	**Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення[2], посилання на літературу та завдання на СРА)**
1	***Розрахунок теплових навантажень.*** Визначення теплових втрат будівель, приєднаного теплового навантаження ЦТ, витрат мережної води. *Рекомендовані завдання на СРА.* [Інформаційні ресурси 33, Гл. 2 №№ 1 – 7]. *Рекомендована література* [3, Гл. 1 § 1], [4, Гл. 2, 3, 4, 7].
2	**Розрахунок теплових мереж**. Гідравлічний розрахунок теплових мереж. Розрахунок теплових втрат в теплових мережах. *Рекомендовані завдання на СРА.* [Інформаційні ресурси 33, Гл. 3 №№ 2 – 8]. *Рекомендована література* [4, Гл. 2, 3, 4, 7].
3	***Розрахунок температурних графіків.*** Послідовність розрахунку температурного графіку. *Рекомендовані завдання на СРА.* [Інформаційні ресурси 33, Гл. 3 №№ 1 – 5]. *Рекомендована література* [4, Гл. 3].
4	***Оцінка показників поточного стану ЦТ.*** Структура ЦТ, енергетична ефективність, якість, надійність теплопостачання. *Рекомендовані завдання на СРА.* Складання переліку показників стану ЦТ населеного пункту [Інформаційний ресурс 7]. *Рекомендована література* [1, Гл. 1 §§ 1, 2, 3].
5	***Співставлення національного та європейського підходу щодо розвитку ЦТ.*** Загальні риси і розбіжності. *Рекомендовані завдання на СРА.* Виконання порівняльного аналізу норматив-

[2] Проведення практичних занять не передбачає застосування технічних дидактичних засобів. Основними дидактичними засобами на практичних заняттях є конспект лекцій, підручник, збірник задач.

	них актів. *Рекомендована література* [9, Гл. 2, 3, 4, Інформаційні ресурси 1, 3, 6], [1, Гл. 2 §§ 1, 2, 3], [Інформаційні ресурси 9, 10, 16].
6	***Виробка пропозицій з розробки схем теплопостачання населеного пункту.*** Геометричні вектори на площині та у просторі. Лінійні операції над ними. *Рекомендовані завдання на СРА.* На основі переліку показників поточного стану ЦТ (завдання 4) сформувати перелік проектів модернізації ЦТ. *Рекомендована література* [Інформаційні ресурси 3], [1, Гл. 4 §§ 1 – 10, Гл. 5 §§ 1 – 12].
7	***Розрахунок показників техніко-економічної ефективності теплового насосу.*** Капітальні, експлуатаційні витрати, питома вартість життєвого циклу, вартість теплової енергії, термін окупності капітальних витрат. *Рекомендовані завдання на СРА.* Порівняння теплового насосу і газового котла. Основні вихідні дані: вартість палива, електроенергії, питомі капітальні витраті, коефіцієнт використання встановленої потужності. *Рекомендована література* [1, Гл. 5 § 8], [2, Гл. 10], [Інформаційні ресурси 12, 13, 14].
8	***Розрахунок показників техніко-економічної ефективності станції сонячного теплопостачання (ССТ) з добовим тепловим акумулятором.*** Капітальні, експлуатаційні витрати, питома вартість життєвого циклу, вартість теплової енергії, термін окупності капітальних витрат. *Рекомендовані завдання на СРА.* Порівняння ССТ і газового котла. Основні вихідні дані: інтенсивність сонячного випромінювання, вартість палива, електроенергії, питомі капітальні витрати, коефіцієнт використання встановленої потужності. *Рекомендована література* [2, Гл. 10], [Інформаційні ресурси 11, 21].
9	***Оцінка техніко-економічної ефективності встановлення конденсаційного теплоутилізатора на газовому котлі.*** Капітальні, експлуатаційні витрати, питома вартість життєвого циклу, вартість теплової енергії, термін окупності капітальних витрат. *Рекомендовані завдання на СРА.* Порівняння газового котла з теплоутилізатором і без теплоутилізатора. Основні вихідні дані: вартість палива, електроенергії, питомі капітальні витрати, коефіцієнт використання встановленої потужності. *Рекомендована література* [1, Гл. 5 § 2].
10	***Оцінка техніко-економічної ефективності встановлення котла на біопаливі.*** Капітальні, експлуатаційні витрати, питома вартість життєвого циклу, вартість теплової енергії, термін окупності капітальних витрат. *Рекомендовані завдання на СРА.* Порівняння котла на біопаливі з котлом на природному газі. Основні вихідні дані: вартість природного газу, біопалива, електроенергії, питомі капітальні витрати, коефіцієнт використання встановленої потужності. *Рекомендована література* [1, Гл. 5 § 5], [2. Гл. 2 §§ 2, 6].

11	***Розрахунок техніко-економічної ефективності малої когенераційної установки.*** Розподіл витрат палива на виробництво теплової та електричної енергії. *Рекомендовані завдання на СРА.* Розрахунок загальних витрат палива та розподілу витрат палива на виробництво теплової та електричної енергії. *Рекомендована література* [10, Гл. 6, 7].
12	***Розрахунок техніко-економічної ефективності використання скидної теплової енергії підприємства***. Капітальні, експлуатаційні витрати, питома вартість життєвого циклу, вартість теплової енергії, термін окупності капітальних витрат. *Рекомендовані завдання на СРА.* Порівняння системи утилізації скидної теплової енергії з газовим котлом. Основні вихідні дані: вартість природного газу, електроенергії, питомі капітальні витрати, коефіцієнт використання встановленої потужності, протяжність трубопроводу для транспортування теплової енергії. *Рекомендована література* [2, Гл. 10], [Інформаційні ресурси 25, 31], [Інформаційні ресурси 26 – 30].
13	***Розрахункове співставлення ЦТ та індивідуального опалення.*** Капітальні, експлуатаційні витраті, питома вартість життєвого циклу, вартість теплової енергії, термін окупності капітальних витрат. *Рекомендовані завдання на СРА*. Визначення типу системи опалення (ЦТ або індивідуальне) для групи будівель. *Рекомендована література* [1, Гл. 3 §§ 4, 5, Гл. 4 § 6], [Інформаційні ресурси 32]
14	***Екзамен***

6. Самостійна робота

Самостійна робота спрямована на підготовку до практичних занять, виконання індивідуального завдання та отримання сучасної інформації в сфері централізованого теплопостачання. Самостійне ознайомлення з основними рекомендованими джерелами дозволяє більш глибоко опанувати базові поняття методології централізованого теплопостачання, а також методи розрахунку технічних показників. Робота з рекомендованими інформаційними джерелами дає змогу проаналізувати основні тенденції розвитку централізованого теплопостачання в країнах ЄС.

7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання складаються з аналітичної роботи «*Системи централізованого теплопостачання*».

Основна ціль аналітичної роботи: закріпити знання, одержані на лекційних і практичних заняттях, продемонструвати вміння самостійно розв’язувати поставлені задачі.

Аналітична робота передбачає вирішення аспірантами певної практичної задачі з матеріалу усього кредитного модуля на основі засвоєння теоретичного

матеріалу, включає певний ілюстраційний матеріал і сприяє поглибленому засвоєнню методів розв'язку типових інженерних та техніко-економічних задач, що мають прикладне значення. Додаткові методичні матеріали до виконання аналітичної роботи є додатком до даної робочої програми та знаходяться у керівника відділу технологій альтернативних палив. Вони включають до себе практичні технічні та техніко-економічні дослідження у сфері централізованого теплопостачання.

8. Засоби діагностики успішності навчання

Екзамен з навчальної дисципліни проводиться на останньому практичному занятті курсу і є усно-письмовим. Білети екзамену складаються з одного теоретичного та одного практичного завдання. Здобувачу не дозволяється користуватися ніякими додатковими матеріалами чи обладнанням, окрім ручки та паперу, який проштамповується і з якого здобувач може зачитувати відповіді.

До екзамену допускається здобувач, якій виконав необхідні умови допуску до екзамену (див.розділ 9).

9. Рейтингова система оцінювання

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за поточну роботу на практичних семінарських заняттях та за виконання індивідуального завдання (з врахуванням штрафних та заохочувальних балів), всього максимально 100 балів:

Робота на практичних (семінарських) заняттях:

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 10 балів х 7 відповідей – 70 балів.

Критерії оцінювання

- «Відмінно», повна і вичерпна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів.
- «Добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – 8 балів.
- «Задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) – 6 балів.
- «Незадовільно», в усіх інших випадках – 0 балів.

Виконання індивідуального завдання:

Максимальна кількість балів складає – 30 балів.

Штрафні бали: знімається по 1 балу за відсутність без поважної причини на практичних заняттях або непідготовленість до них (максимально 5 балів).

Заохочувальні бали: додається по 1 балу за удосконалення дидактичного матеріалу, що відповідає одній лекції (практичному заняттю) курсу або активну участь у роботі на практичному занятті (максимально 5 балів). За участь у наукових конференціях додається 1 бал, виступу із доповіддю – 3 бали, публікацію

статті – 5 балів (якщо загальна кількість балів рейтингу аспіранта з кредитного модуля вже досягла 100 балів, то заохочувальні бали не нараховуються).

Допуск до екзамену:

Аспірант допускається до екзамену у випадку, якщо за курс дисципліни на практичних семінарських заняттях набрано не менше 60 балів (з врахуванням штрафних та заохочувальних балів).

Максимальна кількість балів за складання екзамену складає – 100 балів.

Фінальний рейтинг (оцінка) за дисципліну складається з суми балів набраних за поточну роботу на практичних семінарських заняттях та за виконання індивідуального завдання (з врахуванням штрафних та заохочувальних балів) помножених на ваговий коефіцієнт 0,5 та оцінки за екзамен (за 100 бальною шкалою) помноженим на ваговий коефіцієнт 0,5 (всього максимально 100 балів).

Відповідність між балами шкали ECTS та традиційними оцінками:

Рейтинг	**Оцінка ECTS**	**Традиційна оцінка**
Від 95 до 100	A – відмінно	відмінно
Від 85 до 94	B – дуже добре	добре
Від 75 до 84	C – добре	
Від 65 до 74	Д – задовільно	задовільно
Від 60 до 64	E – достатньо	
Від 40 до 59	FX – незадовільно	незадовільно
Від 0 до 39	F – незадовільно, потрібна додаткова робота	Не допущено

10. Методичні рекомендації

Послідовність вивчення тем та їх розподіл узгоджуються із викладачами суміжних дисциплін. Строгість та детальність викладання розділів та тем навчальної програми вирішується відділом.

10.1. Методика вивчення кредитного модуля

На початку викладання лекційного матеріалу з нової теми бажано дати цілісну і повну характеристику розділу і теми, навести ключові слова і основні поняття, які розглядатимуться. Далі деталізувати матеріал, навести строгі означення, сформулювати принципи та положення з даної теми і, по можливості, обґрунтувати. Запропонувати аспірантам деякі факти обґрунтувати самостійно. Проілюструвати теоретичний матеріал прикладами. Звернути особливу увагу на ключові моменти обґрунтування.

10.2. Рекомендації щодо забезпечення наочності навчальних занять

10.2.1. Для забезпечення наочності лекцій можливо навести приклади відповідних практичних застосувань стосовно матеріалу, що вивчається. Використо-

вувати знаково-символічні засоби – формули, графіки, рисунки, що дає змогу виокремити суть предмета вивчення, тобто сприяє розвитку мислення й уяви.

10.2.2. На початку практичних занять необхідно повторити ключові означення і поняття з теоретичного матеріалу, користуючись конспектом лекцій, підручником чи посібником. Спираючись на приклади, наведені у лекціях, індивідуально розв'язувати задачі, які пропонує викладач зі збірників або методичних рекомендацій до практичних робіт. На початку або вкінці практичного заняття можливо провести невелику самостійну роботу. Результати оголосити на наступному занятті.

10.3. Застосування нових технологій навчання

Використання комп'ютерних технологій допоможе аспіранту у перевірці правильності виконання задач, а також пошуку додаткової інформації для їх розв'язування.

10.4. Використання методичних прийомів і засобів, рекомендацій щодо методики проведення занять

Доречно пропонувати аспірантам самостійно розглянути деякі питання теми лекції, вказати підручники та інформаційні ресурси, де можливо поглиблено ознайомитись з введеними поняттями, навести історичні факти, які призвели до появи нових понять.

Кожне практичне заняття проводиться тільки після розгляду відповідної теми на лекції. За спільним бажанням аспірантів і лектора можливе проведення проблемної лекції або лекції у формі наукового диспуту.

11. Рекомендована література

11.1. Базова

1. Монографія. Карп І.М., Нікітін Є.Є., П'яних К.Є. та інші «Стан та шляхи розвитку систем централізованого теплопостачання в Україні». Том 1, Київ : Наук. Думка 2021, 264 с.

2. Монографія. Заміщення природного газу альтернативними паливами. Карп І.М., Нікітін Є.Є., П'яних К.Є., П'яних К.К. Київ : Наук. Думка, 2019. 232 с.

3. Нікітін Є.Є.Підвищення енергетичної ефективності систем централізованого теплопостачання: дис. д-ра техн. наук. : 05.14.01 – енергетичні системи і комплекси/ – К., 2015. – 393 л.

4. Єнін П.М., Швачко Н.А. – «Теплопостачання (частина І: теплові мережі та споруди)» 2007, 244 с. ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Enin_2007_244.pdf

5. Панкевич О. Д., Ободянська О. І., Титко О. В. – «Теплопостачання». Навчальний посібник, Вінниця: ВНТУ, 2021, 85 с. https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Pankevich_2021_85.pdf?utm_source=chatgpt.com

6. Evans, M. “Coming in from the Cold: Improving District Heating Policy in Transition Economies“. OECD Publishing, Paris, 2004. DOI: https://doi.org/10.1787/9789264108202-en
7. Малявіна О. М. , Міланко В. А. – «Теплопостачання: конспект лекцій» Харків ХНУМГ ім. О.М. Бекетова 2023
https://eprints.kname.edu.ua/63390/1/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%8F%D0%B2%D1%96%D0%BD%D0%B0%2C%20%D0%9C%D1%96%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%BE%2C%20111%D0%9B%2C%202022%2C%20pdf.pdf?utm_source=chatgpt.com
8. Біла Книга: оцінка політики централізованого теплопостачання і рекомендації. Документ USAID, ПРОЄКТ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ (ESP), 2020, 29 с. energysecurityua.org
9. Монографія. Карп І.М., Нікітін Є.Є., П’яних К.Є., та інші «Стан та шляхи розвитку систем централізованого теплопостачання в Україні » ТОМ.2, Київ : Наук. Думка 2022.
10. Національний стандарт України. Енергозбереження. Енергоємність технологічного процесу вироблення електричної та теплової енергії, які відпущені від газопоршневої когенераційної установки. Методика визначення .

11.2. Допоміжна

1. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. ДБН В.2.5. Введено: «ІМЦ» 39:2008.
2. Теплові мережі та мережі гарячого водопостачання з використанням попередньо теплоізольованих трубопроводів. Настанова з проектування, монтажу, приймання та експлуатації ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007. Київ. Мінрегіонбуд України 2008.
3. Нікітін Є., Дутка О. Застосування методу витрат та вигід для визначення зон теплозабезпечення населених пунктів, Енергетичні технології та ресурсозбереження, 2025, №1, 35-47. DOI: 10.33070/etars.1.2025.03 https://etars-journal.org/index.php/journal/article/view/435/361.
4. Нікітін Є., Комков І. (2021). ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛО. Енергетичні технології та ресурсозбереження, (2), 44-51. https://doi.org/10.33070/etars.2.2021.04
5. Nikitin, Y., & Komkov, I. (2022). AN INTEGRATED APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF PLANS FOR TRANSFORMATION OF ELECTRICAL AND HEAT SUPPLY SYSTEMS. Energy Technologies & Resource Saving, (2), 4-16. https://doi.org/10.33070/etars.2.2022.01.

12. Інформаційні ресурси

1. Закон України «Про теплопостачання» №2633-IV від 2 червня 2005 р. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15
2. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу». – Режим доступу: https://ips.ligazakon.net/document/view/t052509?an=87&ed=2017_04_13

3. Методика розроблення схем теплопостачання населених пунктів України, затверджена Наказом Міністерства розвитку громад та територій України 02 жовтня 2020 року №235. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1144-20#Text
4. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text
5. Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text
6. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері теплопостачання. – Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/npas/250218439
7. Довгостроковий розвиток централізованого теплопостачання (в тому числі теплових мереж) в Україні: концепція та дорожня карта. – Режим доступу: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00TMBZ.pdf
8. Heat Roadmap Europe 1 First Pre-Study for the EU27. – Режим доступу: https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/77244240/Heat_Roadmap_Europe_Pre_Study_1.pdf
9. IRENA (2017), Renewable Energy in District Heating and Cooling. – Режим доступу: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Mar/IRENA_REmap_DHC_Report_2017.pdf
10. Background Report on EU-27 District Heating and Cooling Potentials, Barriers, Best Practice and Measures of Promotion. – Режим доступу: http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:994924/FULLTEXT01.pdf
11. Thermal Energy Storage. – Режим доступу: https://celsiuscity.eu/thermal-energy-storage/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=thermal-energy-storage
12. Thermally Driven Heat Pumps for Heating and Cooling. – Режим доступу: https://d-nb.info/1066160627/34
13. Heat Pumps Integrating Technologies to Decarbonise Heating and Cooling. – Режим доступу: https://www.ehpa.org/fileadmin/user_upload/White_Paper_Heat_pumps.pdf
14. On the Use of Surplus Electricity in District Heating Systems. – Режим доступу: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:754855/FULLTEXT01.pdf
15. World Energy Transitions Outlook 2022. – Режим доступу: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2022.pdf
16. EU Strategy on Energy System Integration. – Режим доступу: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/eu-strategy-energy-system-integration_en
17. What Is Cogeneration. – Режим доступу: https://www.cogeneurope.eu/knowledge-centre/what-is-cogeneration
18. Конспект лекцій з дисципліни «Котельні установки промислових підприємств». – Режим доступу: http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/29/6-29-kl40.pdf

19. Industry Guide Thermochemical Biomass Gasification. – Режим доступу: https://fee-ev.de/11_Branchenguide/2018_Industry_Guide_Biomass_Gasification_EN.pdf
20. Solar Heat Markets in Europe. – Режим доступу: http://solarheateurope.eu/wp-content/uploads/2020/12/Solar_Heat_Market_2019_final.pdf
21. Upgrading the Performance of District Heating Networks Technical and Non-technical Approaches. A Handbook. – Режим доступу: https://www.upgrade-dh.eu/images/Publications%20and%20Reports/D2.5_2019-07-02_Upgrade-DH_Handbook_EN.pdf
22. Upgrading the Performance of District Heating Networks Good / Best Practice Examples on Upgrading Projects. – Режим доступу: https://www.upgrade-dh.eu/images/Publications%20and%20Reports/D2.1_UpgradeDH_2020-05-28.PDF
23. Комплексний підхід до модернізації котелень, теплових мереж та приєднаних будівель. – Режим доступу: https://etars-journal.org/index.php/journal/article/view/193/153
24. Implementation of Low-Temperature District Heating Systems. – Режим доступу: https://www.iea-dhc.org/securedl/sdl-eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpYXQiOjE2NTk3MjI4MzQsImV4cCI6MTY1OTgxMjgzMywidXNlciI6MCwiZ3JvdXBzIjpbMCwtMV0sImZpbGUiOiJmaWxlYWRtaW5cL2RvY3VtZW50c1wvQW5uZXhfVFMyXC9JRUFfREhDX0FubmV4X1RTMl9UcmFuc2l0aW9uX3RvX2xvd190ZW1wZXJhdHVyZV9ESC5wZGYiLCJwYWdlIjo1MjB9.gE9x-I-ZqQXUvOvrDhRjiAvl4K1w_z8MMBNLPf3fnXk/IEA_DHC_Annex_TS2_Transition_to_low_temperature_DH.pdf
25. Potential of Integrating Industrial Waste Heat and Solar Thermal Energy into District Heating Networks in Germany. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220309191
26. Key Issues and Solutions in a District Heating System Using Low-grade Industrial Waste Heat. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544215005071
27. Promoting Industrial Waste Heat Exploitation in District Heating Systems Through a GIS-based Planning Approach. – Режим доступу: http://www.summerschool-aidi.it/edition-2019/cms/extra/papers/481.pdf
28. Recovery and Transport of Industrial Waste Heat Using Absorption Systems. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/338368271_Recovery_and_Transport_of_Industrial_Waste_Heat_for_Their_Use_in_Urban_District_Heating_and_Cooling_Networks_Using_Absorption_Systems
29. A New Type of District Heating Method with Co-generation Based on Absorption Heat Exchange. – Режим доступу: https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/21390826
30. Промислове скидне тепло витісняє викопне паливо для генерації ЦТ в Швеції. – Режим доступу: https://dh-ukraine.nefco.int/ukr/news/waste-heat-supersed%D1%83s-fossil-fuels-ukr/

31. Межі економічної доцільності централізації та децентралізації теплопостачання. Проблеми загальної енергетики. 2011. №1 (24). – Режим доступу: [http://pge.org.ua/index.php?option=com_docman&task=art_list&mid=20111&gid=24&lang=ua].
32. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти : навч. посіб. / М. Ф. Боженко, В. П. Сало. – Київ : ІВЦ «Політехніка», 2004. – 192 с. https://core.ac.uk/download/pdf/47211999.pdf
33.Дубровська В.В., Шкляр В.І. – «Теплові навантаження та вибір систем теплопостачання» Київ НТУУ «КПІ» 2011,117 с. https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/d53bd64f-5160-4083-bb77-2077052aa951/content
34. Ратушняк Г.С., Попова Г.С. – «Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання» Навчальний посібник, 2002, Вінниця: ВДТУ, 120 с. https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054334.pdf?utm_source=chatgpt.com