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.

Загальні питання теплової енергетики

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 «Загальні питання теплової енергетики» (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 «Загальні питання теплової енергетики» (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. співр., д-р. техн. наук, проф. Ісаак Якович Сігал
(посада, наукова ступінь, вчене звання, ПІБ)
Заст. директора з наукової роботи, к.т.н. Анатолій Володимирович Сміхула
(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
«Загальні питання теплової енергетики»</td><td>Форма навчання
денна / заочна</td></tr>
<tr><td>Спеціальність:
144 «Теплоенергетика»
G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)</td><td>Кількість кредитів ECTS – 1</td><td>Статус кредитного модуля
Нормативна частина підготовки</td></tr>
<tr><td>Спеціалізація:
G4.02 Теплоенергетика</td><td>Кількість розділів – 1</td><td>Цикл до якого належить кредитний модуль
Професійної підготовки</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Освітньо-науковий рівень: доктор філософії</td><td></td><td>Рік підготовки: 2-й.
Семестр: 3-й.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість 30 год.</td><td>Лекції 5 год.</td></tr>
<tr><td>Практичні (семінарські) 5 год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота 20 год.
У тому числі на виконання індивідуального завдання
10 год.</td></tr>
<tr><td></td><td>Вид та форма семестрового контролю:
Диференційований залік</td></tr>
</table>

Кредитний модуль «Загальні питання теплової енергетики» входить до нормативної частини загальної підготовки та має важливе значення у підготовці фахівця з теплоенергетики. У структурно-логічній схемі програми підготовки з даного напряму навчальна дисципліна «Загальні питання теплової енергетики» забезпечує інші навчальні дисципліни у програмі підготовки фахівця, які потребують знань, щодо загальних питань теплової енергетики.

Загальний курс кредитного модуля «Загальні питання теплової енергетики» становить невід'ємну складову наукової та інженерної освіти спеціаліста з теплоенергетики.

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у аспірантів здатностей:

- порівнювати еколого-економічну ефективність застосування різних технологій перетворення хімічної енергії палива в теплову та електричну, виконувати теплові та гідравлічні розрахунки в елементах енергоустановок і оцінювати їх теплогідравлічну ефективність, виконувати дослідження теплових процесів в енергоустановках методами фізичного моделювання;
- самостійно аналізувати літературу щодо проблем теплоенергетики з розробленням відповідних рекомендацій для удосконалення роботи ТЕС, ТЕЦ та котельних.

2.2.Основні завдання кредитного модуля.

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

КОМПЕТЕНТНІСТЬ: у основних наукових проблемах в області теплової енергетики та розумінні принципів функціонування теплоенергетичних установок.

ЗНАННЯ: основні види енергоблоків силової теплоенергетики – котли з киплячим шаром, з внутрішньоцикловою газифікацією, з фонтануючим шаром, з факельним спалюванням. Економічні та екологічні фактори використання енергетичних технологій. Первинні енергоресурси. Використання відходів. Роль та місце відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії.

УМІННЯ: виконувати теплові та гідравлічні розрахунки в елементах енергоустановок і оцінювати їх теплогідравлічну ефективність; виконувати дослідження теплових процесів в енергоустановках методами фізичного моделювання.

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.

ПРН15. Уміти виконувати теплові та гідравлічні розрахунки елементів енергоустановок і оцінювати їх тепло-гідравлічну ефективність; виконувати дослідження теплових процесів в енергоустановках методами фізичного моделювання.

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
Загальні питання теплової енергетики					
Тема 1.1. Сучасний стан теплової енергетики України та світу. Основні типи існуючих теплосилових установок теплоенергетики України. Первинні енергоресурси. Роль та місце відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії. Використання відходів.	8	1	1	-	6
Тема 1.2. Шляхи реконструкції та підвищення ефективності теплової енергетики України. Котли з киплячим шаром, з внутрішньоцикловою газифікацією, з фонтануючим шаром, з факельним спалюванням. Економічні фактори використання енергетичних технологій.	11	2	2		7
Тема 1.3. Дослідження теплових процесів в енергоустановках, теплові, аеродинамічні та гідравлічні розрахунки.	11	2	2		7
ВСЬОГО:	**30**	**5**	**5**	**-**	**20**

4.Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
1.	**Лекція 1**. Сучасний стан теплової енергетики України та світу. Основні типи існуючих теплосилових установок теплоенергетики України. Первинні енергоресурси. Роль та місце відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії. Використання відходів. **Питання:** 1. Розкажіть про наявні в Україні типи енергоблоків на ТЕС та ТЕЦ, вкажіть їх основні характеристики (ефективність, параметри пару, типи котлів, турбін та ін.), переваги та недоліки. 2. Які первинні енергоресурси використовуються на ТЕС та ТЕЦ їх переваги

	та недоліки, зміна структури використання палив на електростанціях України за останні роки, особливості спалювання антрацитового та газового вугілля. 3. Енергетична стратегія України до 2035 року, структура енергобалансу та теплової енергетики, використання відновлюваних джерел енергії. **Література:** 1. BP Statistical Review of World Energy 2025 / Energy Institute, London 2025, 74th edition, 72 p. https://www.energyinst.org/statistical-review. 2. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року / Розпорядження Кабінет Міністрів України від 21 квітня 2023 р. № 373-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text. 3. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 серпня 2024 р. № 761-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text 4. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року / Кабінет Міністрів України, Київ, Розпорядження № 820-р від 8 листопада 2017 р. – 29 с. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text
2.	**Лекція 2.** Шляхи реконструкції та підвищення ефективності теплової енергетики України. Котли з киплячим шаром, з внутрішньоцикловою газифікацією, з фонтануючим шаром, з факельним спалюванням. Економічні фактори використання енергетичних технологій. **Питання:** 1. Перспективні типи вугільних енергоблоків якими можуть бути заміщені існуючі в Україні блоки 200 та 300 МВт. 2. Які особливості реконструкції існуючих енергоблоків України 300 та 200 МВт були здійснені в Україні на Зміївській та Старобешівській ТЕС. 3. Перспективи впровадження ПГУ на природному газі та з внутрішньоцикловою газифікацією вугілля. **Література:** 1. Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Гапонич Л.С., Чернявський М.В., Топал О.І., Засядько Я.І. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України : К. : ГНОЗІС, 2013. 308 с. 2. Сміхула А.В., Сігал І.Я., Бондаренко Б.І., Семенюк Н.І. Технології зниження шкідливих викидів до атмосфери тепловими електростанціями та котельними великої і середньої потужності України. Київ : ФОП Маслаков, 2019. 108 с. 3. Directive 2010/75/EU of the European parliament and of the council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) // Official Journal of the European Union. 2010. – 119 p.
3.	**Лекція 3.** Дослідження теплових процесів в енергоустановках, теплові, аеродинамічні та гідравлічні розрахунки. **Питання:** 1. Проведення теплового розрахунку котлів, мета, основні залежності методики розрахунку.

	2. Проведення аеродинамічного розрахунку котельної установки, мета, основні залежності методики розрахунку. 3. Проведення гідравлічних розрахунків котельних агрегатів, мета, основні залежності методики розрахунку. 4. Моделювання теплових процесів в енергоустановках методами фізичного моделювання. **Література:** 1. Ткаченко С.Й.,Степанов Д.В.,. Боднар Л.А. Котельні установки : навчальний посібник / Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с. 2. Thierry Lecomte, José Félix Ferrería de la Fuente, Frederik Neuwahl, Michele Canova, Antoine Pinasseau, Ivan Jankov, Thomas Brinkmann, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants / Publications Office of the European Union, 2017. – 986 p. 3. Sebastian Teir, Antto Kulla Boiler Calculations / Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering Energy Engineering and Environmental Protection Publications Steam Boiler Technology 2002. 4. Marek Pronobis. Environmentally oriented modernization of power boilers / Elsevier, 1st Edition. 2020. – 335 p. DOI 10.1016/C2019-0-00441-4.

5. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: навчитися застосовувати отримані знання при розв'язуванні практичних задач щодо проведення теплових розрахунків котлоагрегатів ТЕС, ТЕЦ та котельних, моделювання технологічних процесів.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення[1], посилання на літературу та завдання на СРА)
1.	Практична робота щодо розрахунку топки парових та водогрійних котлів.
2.	Практична робота щодо розрахунку повітряпідігрівачів.
3.	Практична робота щодо розрахунку водяних економайзерів.
4.	Практична робота щодо розрахунку підігрівачів високого та низького тиску.
5.	Підготовка до модульної контрольної роботи, відповіді на запитання та проведення цієї роботи.
6.	Підготовка до диференційованого заліку та його проведення.
	Залік
	Література: 1. Ткаченко С.Й.,Степанов Д.В.,. Боднар Л.А. Котельні установки : навчальний посібник / Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.

	2. Sebastian Teir, Antto Kulla Boiler Calculations / Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering Energy Engineering and Environmental Protection Publications Steam Boiler Technology 2002. 3. Teir S. Steam boiler technology / 2nd Edition. Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering Energy Engineering and Environmental Protection Publications, Espoo 2003. 4. Тарасенко М.О., Тарасенко О.М. Методичні вказівки до курсового проектування «Розрахунок теплового балансу котла» Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 31 с.

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

6. Рекомендований перелік лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів)

Не передбачено.

7. Самостійна робота

Самостійна робота повинна бути спрямована на огляд наукової літератури щодо сучасного стану технологій, що використовуються на існуючих ТЕС, ТЕЦ та перспективних для впровадження підприємствами теплоенергетичного комплексу України.

Обов'язковим питанням до кожного аспіранта під час заліків буде перелік десяти наукових статей за останні 3 роки які б він рекомендував до ознайомлення щодо найбільш передових технологій для впровадження на ТЕС, ТЕЦ чи котельних України.

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання (як правило, одне) визначається під час роботи на практичних (семінарських) заняттях і складається з розрахункової задачі по одній з тем, що розглядаються на практичних заняттях.

Індивідуальні завдання складаються з проведення теплових розрахунків заданих типів та потужності котлоагрегатів.

9. Засоби діагностики успішності навчання

Диференційований залік з навчальної дисципліни проводиться на останньому практичному занятті курсу у вигляді іспиту-співбесіди.

До диференційованого заліку допускається здобувач, якій виконав необхідні умови допуску (див.розділ 10).

10. 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 5 відповідей – 50 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 – 50 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 диференційованого заліку:

Аспірант допускається до диференційованого заліку 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 диференційованого заліку 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 диференційований залік (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

11. Методичні рекомендації

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

11.1 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, обгрунтувати. Запропонувати аспірантам деякі факти обгрунтувати самостійно. Проілюструвати теоретичний матеріал прикладами. Звернути особливу увагу на ключові моменти обгрунтування.

11.2. Рекомендації, щодо забезпечення наочності навчальних занять

11.2.1. Для забезпечення наочності лекцій можливо навести приклади відповідних практичних застосувань стосовно матеріалу, що вивчається. Використовувати знаково-символічні засоби – формули, графіки, рисунки, що дає змогу виокремити суть предмета вивчення, тобто сприяє розвитку мислення й уяви.

11.2.2. 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.

11.3. Застосування нових технологій навчання

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

11.4. 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 спільного бажання аспірантів і лектора можливе проведення проблемної лекції або лекції у формі наукового диспута.

Домашня контрольна робота та норми її оцінювання видаються аспірантам завчасно. Прийом роботи здійснюється до кінця терміну, зазначеного викладачем. Методичні вказівки до виконання домашньої контрольної роботи додаються до робочої навчальної програми.

12.Рекомендована література

1. BP Statistical Review of World Energy 2025 / Energy Institute, London 2025, 74th edition, 72 p. https://www.energyinst.org/statistical-review.
2. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року / Розпорядження Кабінет Міністрів України від 21 квітня 2023 р. № 373-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text.
3. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 серпня 2024 р. № 761-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text
4. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року / Кабінет Міністрів України, Київ, Розпорядження № 820-р від 8 листопада 2017 р. – 29 с. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text.
5. Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Гапонич Л.С., Чернявський М.В., Топал О.І., Засядько Я.І. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України : К. : ГНОЗІС, 2013. 308 с.
6. Сміхула А.В., Сігал І.Я., Бондаренко Б.І., Семенюк Н.І. Технології зниження шкідливих викидів до атмосфери тепловими електростанціями та котельними великої і середньої потужності України. Київ : ФОП Маслаков, 2019. 108 с.
7. Directive 2010/75/EU of the European parliament and of the council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) // Official Journal of the European Union. 2010. – 119 p.
8. Ткаченко С.Й.,Степанов Д.В.,. Боднар Л.А. Котельні установки : навчальний посібник / Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.
9. Thierry Lecomte, José Félix Ferrería de la Fuente, Frederik Neuwahl, Michele Canova, Antoine Pinasseau, Ivan Jankov, Thomas Brinkmann, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants / Publications Office of the European Union, 2017. – 986 p.
10. Sebastian Teir, Antto Kulla Boiler Calculations / Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering Energy Engineering and Environmental Protection Publications Steam Boiler Technology 2002.
11. Marek Pronobis. Environmentally oriented modernization of power boilers / Elsevier, 1st Edition. 2020. – 335 p. DOI 10.1016/C2019-0-00441-4.

12. Teir S. Steam boiler technology / 2nd Edition. Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering Energy Engineering and Environmental Protection Publications, Espoo 2003.
13. Тарасенко М.О., Тарасенко О.М. Методичні вказівки до курсового проектування «Розрахунок теплового балансу котла» Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 31 с.