

Національна академія наук України

ІНСТИТУТ ГАЗУ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

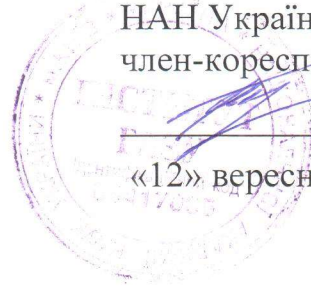
Директор Інституту газу

НАН України

член-кореспондент НАН України

Г.В. Жук

«12» вересня 2024 р.



Загальні питання теплової енергетики

РОБОЧА ПРОГРАМА
КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

підготовки _____ доктора філософії

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності 144 “Теплоенергетика”

(шифр і назва)

Ухвалено Вченою радою Інституту газу
НАН України

Протокол № 7 від 12 вересня 2024 року

Голова _____ Г.В. Жук

(підпис)

(ініціали, прізвище)

12.09.2024 року

Вводиться в дію з « 01 » жовтня 2024 року.

КИЇВ – 2024

Робоча програма кредитного модуля «Загальні питання теплової енергетики» 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 складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Загальні питання теплової енергетики».

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Провідний наук. співр., д-р. техн. наук, проф. Ісаак Якович Сігал

(посада, наукова ступінь, вчене звання, ПБ)

Заст. директора з наукової роботи, к.т.н. Анатолій Володимирович Сміхула

(посада, наукова ступінь, вчене звання, ПБ)

1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр і назва)	Назва навчальної дисципліни, до якої належить кредитний модуль «Загальні питання теплової енергетики»	Форма навчання <u>денна / заочна</u>
Спеціальність <u>144 «Теплоенергетика»</u>	Кількість кредитів ECTS – <u>1</u>	Статус кредитного модуля <u>Нормативна частина підготовки</u>
Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>доктор філософії</u>	Кількість розділів – <u>1</u>	Цикл до якого належить кредитний модуль немає
	Індивідуальне завдання <u>Розрахункова робота</u> (вид)	Рік підготовки: 3-й. Семестр: 5-й, 6-й.
	Загальна кількість <u>30</u> год.	Лекції <u>5</u> год. Практичні (семінарські) <u>15</u> год.
	Тижневих годин: аудиторних – <u>1,0</u> CPA – <u>0,5</u> (семестр триває <u>10</u> тижнів)	Самостійна робота (CPA) <u>10</u> год. У тому числі на виконання індивідуального завдання <u>5</u> год. Вид та форма семестрового контролю: <u>Диференційований залік</u>

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 напрямку 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 напрямках

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 проекти, 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 проекти, 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. Знати основні конструктивні особливості енергоблоків силової теплоенергетики з пилувугільними та газомазутними котлами факельного спалювання, з циркулюючим киплячим шаром та внутрішньоцикловою газифікацією, економічні та екологічні фактори використання енергетичних технологій, первинні енергоресурси, використання відходів, автономну та теплову електроенергетику, роль та місце відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії.

Вміти 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					
Змістовий модуль 1.					
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.	10	2	4	-	4
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.	10	2	4		4
Тема 1.3. Дослідження теплових процесів в енергоустановках, теплові, аеродинамічні та гідравлічні розрахунки.	8	1	5		2
Разом за розділом	28	5	13		10
Диференційовний залік	2		2	-	-
ВСЬОГО:	30	5	15	-	10

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
1.	<p>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.</p> <p>Питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» / Кабінет міністрів України – Розпорядження, 18.08.2017. – № 605-р. – 66 с. http://195.78.68.67/minugol/doccatalog/document?id=245234103 2. BP Statistical Review of World Energy 2020 / Centre for Energy Economics Research and Policy, Heriot-Watt University, 69th edition, London, 65 p. 3. 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 4. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 01.10.2014 р. № 902-р. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80
2.	<p>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.</p> <p>Питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Гапонич Л.С., Чернявський М.В., Топал

	<p>О.І., Засядько Я.І. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України : К. : ГНОЗІС, 2013. 308 с.</p> <p>2. Мейкляр М.В. Современные котельные агрегаты ТКЗ : 3-е изд., перераб. и доп. М. : Энергия, 1978. 224 с.</p> <p>3. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под редакцией В. Я. Гиршфельда. — 3-е изд., перераб. и доп.. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 328 с.</p> <p>4. 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.</p>
3.	<p>Лекція 3. Дослідження теплових процесів в енергоустановках, теплові, аеродинамічні та гідравлічні розрахунки.</p> <p>Питання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловой расчет котельных агрегатов : нормативный метод. М. : Энергия, 1973. 201 с. 2. Тепловой расчет котлов : нормативный метод. СП-б. : НПО ЦКТИ, 1998. 256 с. 3. Аэродинамический расчёт котельных установок. Нормативный метод. – Л.: «Энергия», Ленинград, 1977. – 256 с. 4. Гидравлический расчёт котельных агрегатов. Нормативный метод. М.: Энергия, 1978. — 256 с.

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.	Оголошення результатів модульної контрольної роботи. Підготовка до диференційованого заліку та його проведення.
	МКР
	Залік
	Література: 1. Тепловой расчет котельных агрегатов : нормативный метод. М. : Энергия, 1973. 201 с. 2. Тепловой расчет котлов : нормативный метод. СП-б. : НПО ЦКТИ, 1998. 256 с. 3. Методическое пособие по проведению комплексных эколого-теплотехнических испытаний котлов, работающих на газе и мазуте / И.Я. Сигал и др. Институт газа НАН Украины, Киев, 1992. - 213 с. 4. РД-50-213-80 Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами.: – М., Издательство стандартов, 1982, – 318 с. 5. Методическое пособие по проведению комплексных эколого-теплотехнических испытаний котлов, работающих на газе и мазуте / И.Я. Сигал и др. Институт газа НАН Украины, Киев, 1992. - 213 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

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

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

Розрахункова робота сприяє засвоєнню методів розв'язку типових хіміко-технологічних задач, що мають прикладне значення.

9. Засоби діагностики успішності навчання

Поточними засобами діагностики в семестрі є модульна контрольна робота.

МКР проводиться на практичному занятті і розрахована на 2 академічних години. Для проведення МКР здобувачам видаються контрольні завдання, які складаються з 3 питань по одному на кожну лекцію. МКР проводиться письмово перед останнім практичним заняттям. Результати МКР оголошуються на наступному занятті. На МКР здобувачам не дозволяється користуватися ніякими матеріалами і засобами крім ручки та паперу.

Мета модульної контрольної роботи – виявити рівень засвоєння відповідних модулів, підрахування балів за кредитно-модульною системою.

Семестровий диференційований залік з навчальної дисципліни є письмово-усним. Білети до заліку складаються з двох теоретичних та одного практичного питання. На диференційованому заліку здобувачу не дозволяється користуватися ніякими додатковими матеріалами чи обладнанням окрім ручки та паперу.

З навчальної дисципліни диференційований залік проводиться на окремому занятті після кожного навчального семестру тривалістю 2 години (всього два заліки).

До заліку допускається здобувач, якій виконав необхідні умови допуску до заліку.

10. Методичні рекомендації

На основі навчальної програми складається робоча навчальна програма кредитного модуля «Загальні питання теплової енергетики» для напряму підготовки 144. «Теплоенергетика» для денної/заочної форми навчання.

Строгість та детальність викладання розділів та тем навчальної програми вирішується відділом. Усі розділи навчальної програми є обов'язковими.

За денною формою навчання пропонується впровадження рейтингової системи оцінки успішності засвоєння здобувачами навчального матеріалу з дисципліни. Рейтинг здобувача з дисципліни «Загальні питання теплової енергетики» складається з балів, що отримуються за відповіді на практичних заняттях та модульну контрольну роботу.

11. Рейтингова система оцінювання

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

1. Поточну роботу на семінарських заняттях: 60 балів (за 10-бальною шкалою) – 6 відповідей (всього кожного аспіранта, в середньому) на 4 практичних заняттях:

$$(6_{\text{відповідей}} \times 5_{\text{макс. кількість аспірантів на семінарі}}) / 4_{\text{занять}} \approx 8_{\text{відповідей на одне заняття}}$$

2. Виконання МКР: **40** балів.

$$RD = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

1. Робота на практичних (семінарських) заняттях

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 10 балів x 6 відповідей = 60 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.

2. Модульна контрольна робота

Контрольна робота складається з 3 задач по одному питанню на кожну лекцію та одної практичної задачі.

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів – 40.

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.

За умови правильного виконання **менше 50%** усіх завдань за модульну контрольну роботу нараховується **0** балів.

Штрафні бали: знімається по 1 балу за відсутність без поважної причини на практичних заняттях або невідповідність 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.

Допуск до заліку:

Аспірант допускається до заліку у випадку, якщо за семестр набрано не менше 50 балів і має хоча б одну позитивну атестацію.

Аспірант, який набрав протягом семестру 80 і більше балів має можливість:

- отримати залікову оцінку «автоматом» відповідно до набраного рейтингу;
- виконувати залікову роботу з метою підвищення оцінки;
- у разі отримання оцінки, вищої ніж семестровий рейтинг, аспірант отримує оцінку за результатом письмової залікової роботи;
- у разі отримання оцінки, меншої ніж семестровий рейтинг, застосовується жорстка РСО – попередній рейтинг скасовується і аспірант отримує оцінку за результатом письмової залікової роботи.

Аспірант, який набрав протягом семестру менше 60 балів зобов'язаний виконувати залікову письмову роботу.

Оцінка письмової залікової роботи здійснюється за окремою шкалою.

3. Письмова залікова робота (диференційовний залік).

Ваговий бал – 50. Максимальна кількість балів 50 балів x 2 завдання = 100 балів.

Критерії оцінювання

- «Відмінно», повна і вичерпна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 50 балів.
- «Добре», є несуттєві помилки (не менше 75% потрібної інформації) – 40 балів.
- «Задовільно», є певні помилки і недоліки (не менше 60% потрібної інформації)– 30 бал.
- «Незадовільно», в усіх інших випадках – 0 балів.

Умови позитивної проміжної атестації

На одній атестації (після 2 лекцій) аспірант отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50% можливих на даний момент 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	D – 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

12. Методичні рекомендації

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

12.1 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.

12.2. Рекомендації, щодо забезпечення наочності навчальних занять

12.2.1. 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.

12.2.2. 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.

12.3. Застосування нових технологій навчання

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

12.4. 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 диспуата.

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.

13.Рекомендована література

13.1. Базова

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» / Кабінет міністрів України – Розпорядження, 18.08.2017. – № 605-р. – 66 с. <http://195.78.68.67/minugol/doccatalog/document?id=245234103>
2. BP Statistical Review of World Energy 2020 / Centre for Energy Economics Research and Policy, Heriot-Watt University, 69th edition, London, 65 p.
3. 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>
4. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 01.10.2014 р. № 902-р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>
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. Мейкляр М.В. Современные котельные агрегаты ТКЗ : 3-е изд., перераб. и доп. М. : Энергия, 1978. 224 с.
7. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под редакцией В. Я. Гиршфельда. — 3-е изд., перераб. и доп.. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 328 с.
8. 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.
9. Тепловой расчет котельных агрегатов : нормативный метод. М. : Энергия, 1973. 201 с.
10. Тепловой расчет котлов : нормативный метод. СП-б. : НПО ЦКТИ, 1998. 256 с.
11. Аэродинамический расчёт котельных установок. Нормативный метод. – Л.: «Энергия», Ленинград, 1977. – 256 с.
12. Гидравлический расчёт котельных агрегатов. Нормативный метод. М.: Энергия, 1978. — 256 с.

13. Методическое пособие по проведению комплексных эколого-теплотехнических испытаний котлов, работающих на газе и мазуте / И.Я. Сигал и др. Институт газа НАН Украины, Киев, 1992. - 213 с.
14. РД-50-213-80 Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами.: – М., Издательство стандартов, 1982, – 318 с.
15. Методическое пособие по проведению комплексных эколого-теплотехнических испытаний котлов, работающих на газе и мазуте / И.Я. Сигал и др. Институт газа НАН Украины, Киев, 1992. - 213 с.

13.2. Допоміжна

Немає.

14. Інформаційні ресурси

Немає.