

## СИЛАБУС КУРСУ

### ПАРОВІ, ВОДОГРІЙНІ, ОПАЛЮВАЛЬНІ КОТЛИ ТА ТЕПЛОГЕНЕРАТОРИ

Ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма «Енергетичний аудит»

Кількість кредитів ECTS – 5

Рік навчання – 2, семестр – 4

Мова викладання – українська

**Керівник курсу:** к.е.н., доцент Микола Горлачук

**Контактна інформація:** m.horlachuk@wunu.edu.ua

+38 0352 47-50-50\*12-221

### ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення навчальної дисципліни «Парові, водогрійні, опалювальні котли та теплогенератори» полягає у формуванні в студентів системи компетенцій, спрямованих на оволодіння знаннями у сфері виробництва теплової енергії, будови і експлуатації котлів, парогенераторів та котельних установок в умовах енергозбереження і захисту довкілля, а також навичок виконання необхідних розрахунків теплотехнічного характеру щодо вибору і комплектації основного та допоміжного обладнання котельних установок. Освоєння дисципліни дозволить майбутнім фахівцям самостійно вирішувати питання, пов'язані з професійною експлуатацією і налагоджуванням котлоагрегатів як промислових ТЕЦ, так і опалювальних котелень.

### СТРУКТУРА КУРСУ

<i>Години (лек./ практ.)</i>	<i>Тема</i>	<i>Результати навчання</i>	<i>Завдання</i>
2/2	Тема 1. Вступ. Загальна схема котельної установки та її баланси	Знати: Значення котельних установок у системах енергогосподарства промислових підприємств. Задачі дисципліни. Призначення котельних установок. Характеристика і загальні технологічні схеми котельних установок промпідприємств. Класифікація і маркування котлів (котли з багаторазовою примусовою циркуляцією, прямооточні котли). Основні параметри котлів. Матеріальний і тепловий баланси котлів. К.к.д. котла і витрата палива. Загальне рівняння теплового балансу. Наявна і корисно витрачена теплота. Втрати теплоти і їх визначення. Самоспоживання енергії і поняття к.к.д. бруто і к.к.д. нетто.	Тести, питання, ситуаційні задачі
2/2	Тема 2. Топкові процеси і обладнання	Знати: Класифікацію, загальні характеристики і основні показники топок. Способи спалювання твердого палива. Топки для спалювання газу і	Тести, питання, ситуаційні

		мазуту. Приготування вугільного пилу, особливості його спалювання. Топки з твердим і рідким шлаковидаленням. Циклонні і вихрові топки. Топки з киплячим шаром.	задачі
4/4	Тема 3. Поверхні нагріву парових котлів	Знати: Випарні поверхні нагрівання. Конструкції топкових екранів і підвищення надійності їх роботи. Запалювальні пояси. Випарні пучки труб. Фестони. Конвективні пароперегрівники. Радіаційні і ширмові пароперегрівники. Компоновка пароперегрівників. Класифікація систем регулювання температури перегріву пари. Пароохолоджувачі. Водяні економайзери, повітропідігрівники, послідовність включення.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 4. Теплообмін і гідродинаміка в елементах котла	Знати: Радіаційний теплообмін і вибір кінцевого охолодження газів у топці. Методика розрахунку теплообміну у топці. Теплообмін у напіврадіаційних і конвективних поверхнях нагріву. Методика розрахунку теплопередачі у конвективних поверхнях нагріву. Визначення температурного напору. Умови надійної роботи елементів котла. Режим, структура й характеристика потоку робочого тіла. Гідродинаміка водогрійних агрегатів. Гідродинаміка в котлах із природньою та багаторазовою примусовою циркуляцією. Гідродинаміка прямооточних котлів. Гідродинаміка водяного економайзера і пароперегрівника.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 5. Водопідготовка	Знати: Склад природних вод. Вода, як технологічна сировина для котельної установки. Показники якості води. Нормування якості води для котельних установок. Видалення із води грубодисперсних і колоїдних домішок. Освітлювальні фільтри. Коагуляція води. Обробка води методом іонного обміну. Схеми катіонітових установок. Видалення із води розчинених газів. Закон Генрі. Термічні деаератори атмосферного типу. Двохступінчасті деаератори. Вакуумні деаератори.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 6. Водний режим і якість пари	Знати: Фізико-хімічні процеси при генерації пари з живильної води. Механізм і процеси утворення накипу і корозії на поверхнях нагріву. Вимоги до живильної води. Водний режим котлів. Безперервна і періодична продувка. Визначення відсотку продувки. Ступінчасте випаровування. Вимоги до якості пари. Сепарація пари. Сепараційні пристрої. Промивка пари. Внутрішньокотлова обробка води. Кислотні промивки.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 7. Характеристики і конструкції котлівустановок	Знати: Характеристика теплової схеми. Теплосприйняття у випарній системі, економайзері й пароперегрівнику. Умови оптимізації теплової схеми котла. Температура газів на виході з топки і температура відхідних газів. Приклади теплової схеми котла з природньою циркуляцією і примусовим	Тести, питання, ситуаційні задачі

		рухом робочого тіла. Загальні характеристики, класифікація і конструкції котлів. Прямоточні котли і котли з багаторазовою примусовою циркуляцією. Котлоагрегати спеціального призначення: водогрійні котли, парогазові установки, котли-утилізатори, енерготехнологічні агрегати.	
4/4	Тема 8. Експлуатація котельних установок та парогенераторів	Знати: Корозію металів та її типи. Тепловий стан труб повітропідігрівника. Золотловлювання. Зовнішні забруднення поверхонь нагрівання. Очищення поверхонь нагрівання. Дробуочищення. Умови роботи та механічні властивості металу елементів котла. Порушення циркуляції пароводяної суміші у випарній системі. Підготовка і пуск у роботу котлоагрегату.	Тести, питання, ситуаційні задачі

### РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Джеджула В.В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління. Монографія: Вінниця, ВНТУ, 2014. 346 с.
2. Дослідження кривої пружності водяної пари при малих тисках/ Укл. В.В. Дубровська, В.І. Шкляр. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 28 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28306>.
3. Драганов Б.Х. Теплотехніка: підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 255 с.
4. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В. Теплотехніка: Підручник. Київ: «ІНКОС», 2005. 504 с.
5. Дубровська В. В. Термодинаміка та теплообмін: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 150 с.
6. Константинов С.М., Панов Є.М. Теоретичні основи теплотехніки: Підручник. Київ: «Золоті ворота», 2012. 592 с.
7. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2018. 136 с.
8. Основи енерго- і ресурсозбереження: навчальний посібник / Канюк Г.І., Пугачова Т.М., Без'язичний В.Ф., Близниченко О.М., Шматков Д.І. Харків: Друкарня «Мадрид», 2016. 230 с.
9. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серп. 2017 р. № 605-р. Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>
10. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2014. 346 с.
11. Тепловіддача горизонтальної труби при вільному русі повітря/ Укл. В.В.Дубровська, В.І. Шкляр. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 24 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28307>

12. Чепурний М.М., Степанов Д.В., Корженко Є.С. Теплові розрахунки парогенераторів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2016. 155 с.
13. American Society of Civil Engineers. Structural Design of Air and Gas Ducts for Power Stations and Industrial Boiler Applications. 2nd edition. American Society of Civil Engineers, 2020. 280 p.
14. Bedalov Z. Practical Power Plant Engineering: A Guide for Early Career Engineers. Wiley, 2020. 653 p.
15. Effenberger H. Dampferzeugung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2000. XIII, 854 p.
16. Forsberg C. Heat Transfer: Principles and Applications. Academic Press, 2021. 516 p.
17. Haseli Y. Entropy Analysis in Thermal Engineering Systems. Academic Press, 2020. 200 p.
18. Kumar A., Singh V.P., Meena C.S., Dutt N. (eds.) Thermal Energy Systems: Design, Computational Techniques, and Applications. CRC Press, 2023. 301 p.
19. Kumar S. Problems and Solutions in Thermal Engineering: With Multiple-Choice Type Questions. New Delhi: Springer-Ane Books, 2023. 180 p.
20. Kumar S. Thermal Engineering. V. 1. New York: Springer, 2022. 585 p.
21. Majumdar Pradip. Design of Thermal Energy Systems. Wiley, 2021. 707 p.
22. Martin Richard J. Thermal Systems Design: Fundamentals and Projects. 2nd edition. Wiley-Blackwell, 2022. 541 p.
23. Ozawa M., Asano H. (eds.) Advances in Power Boilers. Elsevier, 2021. 505 p.
24. Pronobis M. Environmentally Oriented Modernization of Power Boilers. Elsevier, 2020. 333 p.
25. Saha Atanu. Boiler Tube Failure Mechanisms: Studies. Springer, 2023. 36 p.
26. Saha K., Agarwal A.K., Ghosh K., Som S. (Eds.) Two-Phase Flow for Automotive and Power Generation Sectors. Springer, 2019. 400 p.
27. Sun C.Q., Sun Yi. The Attribute of Water: Single Notion, Multiple Myths. Springer Science+Business Media, Singapore, 2016. 494 p.
28. Teir S. Steam boiler technology. 2nd Edition / Helsinki University of Technology Department of Mechanical Engineering Energy, 2003/218 p.
29. Vaupel P. (ed.) Water-filtered Infrared A (wIRA) Irradiation: From Research to Clinical Settings. Springer, 2022. 292 p.
30. Wohlfarth R., Kohan A. Boiler Operator's Guide. 5th edition. McGraw-Hill Education, 2021. 752 p.
31. Yogesh Jaluria. Design And Optimization Of Thermal Systems with MatLAB Applications. 3rd edition. CRC Press/Taylor & Francis Group, 2020. 615 p.

## ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

*Політика щодо граничних термінів і перескладання:* Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу керівництва факультету (інституту) за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

*Політика щодо відвідування:* Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3 (КПЗ і Тренінг)	Заліковий модуль 4 (екзамен)	Разом
20%	20%	20%	40%	100%
1. Усне опитування на заняттях: 4 теми по 5 балів – мах 20 балів. 2. Письмова робота – мах 80 балів.	1. Усне опитування на заняттях: 4 теми по 5 балів – мах 20 балів. 2. Письмова робота – мах 80 балів.	1. Підготовка КПЗ – мах 40 балів. 2. Захист КПЗ – мах 40 балів. 3. Участь у тренінгах – мах 20 балів.	1. Тестові завдання (10 тестів по 3 бали) – мах 30 балів. 2. Теоретичне питання – мах 30 балів. 3. Задачі (2 задачі по 20 балів) мах 40 балів.	

## ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	Відмінно	<b>A</b> (відмінно)
85-89	Добре	<b>B</b> (дуже добре)
75–84		<b>C</b> (добре)
65–74	Задовільно	<b>D</b> (задовільно)
60-64		<b>E</b> (достатньо)
35–59	Незадовільно	<b>FX</b> (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		<b>F</b> (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)