

СИЛАБУС КУРСУ

ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛОТЕХНІКИ



Ступінь вищої освіти – бакалавр
 Освітньо-професійна програма «Енергетичний аудит»
 Кількість кредитів ECTS – 4
 Рік навчання – 1, семестр – 2
 Мова викладання – українська
Керівник курсу: д.т.н., професор Михайло Касянчук
Контактна інформація: kmm@wunu.edu.ua
 +38 0352 47-50-50*12-221

ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Основи термодинаміки та теплотехніки» є обов'язковою дисципліною циклу професійної підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності G3 «Електрична інженерія».

Мета вивчення навчальної дисципліни «Основи термодинаміки та теплотехніки» полягає у засвоєнні студентами методів утримання, перетворення, передачі та використання теплоти в енергетичних установках, а саме – набуття майбутніми фахівцями компетенції щодо сучасних методів перетворення, передачі та використання теплової енергії з максимальною економією, інтенсифікацією (гальмуванням) процесів теплообміну, ефективним захистом навколишнього середовища від теплового забруднення.

СТРУКТУРА КУРСУ

Години (лек./ практ.)	Тема	Результати навчання	Завдання
2/2	Тема 1. Основні поняття та визначення термодинаміки	Знати: Зміст програми, її зв'язок з іншими дисциплінами. Предмет і методи дисципліни, її місце і функції в підготовці фахівців. Визначення понять «технічна термодинаміка» та «технічна теплотехніка». Поняття «робоче тіло». Параметри робочого тіла: тиск, температура, питомий об'єм, одиниці їх вимірювання. Поняття про термодинамічний процес. Внутрішня енергія, теплота, робота, ентальпія. Термодинамічна система. Робочі тіла. Основні параметри, які характеризують стан термодинамічної системи.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 2. Перший та другий закони термодинаміки	Знати: Внутрішня енергія. Механічна робота, PV-діаграма. Робота розширення і стиснення газів. Сутність першого закону термодинаміки і його аналітичне вираження. Основні формулювання першого закону термодинаміки. Ентальпія як параметр стану. Поняття термічного коефіцієнту корисної дії. Цикл Карно. Поняття про ентропію і її	Тести, питання, ситуаційні задачі

		зміну в термодинамічних процесах. Ентропія і працездатність ізольованої системи. Ексергія. Тепловий баланс паротурбінної установки. $T - S$ діаграма. Основні параметри стану води і водяної пари: насичена, перегріта, суха водяна пара. Основні формулювання другого закону термодинаміки. Ентропія системи. TS - діаграма. Кругові термодинамічні процеси і цикли. Межі використання другого закону термодинаміки.	
4/4	Тема 3. Основні закони ідеальних газів. Суміші ідеальних газів	Знати: Поняття про ідеальні і реальні гази. Властивості ідеальних газів. Властивості реальних газів. Основні закони ідеальних газів: закони Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля і Авогадро. Рівняння стану ідеальних газів. Універсальна газова постійна. Класифікація основних термодинамічних процесів ідеальних газів. Рівняння і графічне зображення основних термодинамічних процесів ідеальних газів: ізохорного, ізотермічного, адіабатного, політропного. Робота розширення і стиснення газу в термодинамічних процесах ідеальних газів. Поведінка ідеальних та реальних газів у суміші. Визначення фізичної суті парціального тиску, об'ємної та молярної долей. Газова стала суміші газів. Середня молярна маса суміші газів. Закон Дальтона. Співвідношення між масовою і об'ємними долями. Уявна молекулярна маса суміші газів.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 4. Термодинамічні процеси. Термодинаміка вологого повітря. Термодинаміка потоку	Знати: Поняття кругового процесу. Зображення кругового процесу в $P - V$ діаграмі. Поняття термічного коефіцієнту корисної дії. Цикл Карно прямий. Цикл Карно зворотній. Поняття про ентропію і її зміну в термодинамічних процесах. Ентропія і працездатність ізольованої системи. Ексергія. Тепловий баланс паротурбінної установки. $T - S$ діаграма. Таблиці термодинамічних властивостей води і водяної пари. $I - S$, $T - S$ діаграми водяної пари і їх практичне застосування. Вологе повітря і параметри його стану: вологовміст, температура, абсолютна і відносна вологість, парціальний тиск. $I - d$ діаграма вологого повітря, її структура, призначення. Визначення параметрів вологого повітря по $I - d$ діаграмі. Змішування потоків вологого повітря. Швидкість і витрата газу при течії його через сопло, яке звужується. Критична швидкість потоку і максимальні витрати робочого тіла. Сопло Лавалля. Дроселювання газів і пари.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 5. Основні теорії теплообміну. Теплопровідність. Теплопередача	Знати: Теплотехніка, вагомість та значимість дисципліни. Основні поняття теплообміну. Способи перенесення теплоти. Температурне поле. Температурний градієнт. Закон Фур'є. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності. Конвективний теплообмін. Основні	Тести, питання, ситуаційні задачі

		поняття і визначення. Рівняння Ньютона-Ріхмана. Основні закони теплового випромінювання. Види променевих теплових потоків. Класифікація палива за фізичним станом, за способом його отримання.	
4/4	Тема 6. Енергетичне паливо. Процес горіння палива	Знати: Паливо, основні поняття і визначення. Основні характеристики і хімічний склад палива. Теплота згорання палива, коефіцієнт надлишку повітря. Склад твердого і рідкого палива і його характеристики. Теплота згорання палива. Умовне паливо. Переробка твердого палива. Коротка характеристика процесу горіння палива при шаровому, факельному і вихровому спалюванні. Основні стадії процесу горіння. Визначення кількості повітря на спалювання. Теоретична і дійсна витрата кисню і повітря. Коефіцієнт надлишку повітря. Об'єм продуктів спалювання. Спалювання рідкого і газоподібного палива.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 7. Пічне пристосування. Котельні установки. Цикли теплосилових установок	Знати: Основи теорії горіння. Класифікація печей. Особливості спалювання газоподібного палива. Особливості спалювання рідкого палива. Спалювання твердого палива. Парові котли (ПК) і котельні установки електричних станцій. Класифікація парових котлів. Основні технічні характеристики ПК. Низькотемпературні і високотемпературні поверхні нагрівання. Техніко-економічні показники і ККД парових котлів. Парові турбіни. Основні поняття, визначення. Класифікація парових турбін. Втрати енергії і ККД турбінної ступені. Багатоступеневі парові турбіни. Енергетичні показники і характеристики ПТ. Паротурбінні установки (ПТУ). Тепловий цикл ПТУ.	Тести, питання, ситуаційні задачі
4/4	Тема 8. Теплообмінні апарати	Знати: Призначення та класифікація теплообмінних апаратів за принципом дії. Класифікація рекуперативних теплообмінників за схемою руху теплоносіїв – типи теплообмінних апаратів: поверхневі, змішуючі, регенеративні. Напрямки руху теплоносія в теплообмінних апаратах та їх характеристика. Середній температурний напір. Розрахунок теплообмінних апаратів. Конструктивний розрахунок рекуперативних теплообмінників. Основи перевірного розрахунку рекуперативних теплообмінників. Порівняння прототечійного і протитечійного рекуператорів.	Тести, питання, ситуаційні задачі

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика щодо граничних дедлайнів 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 академічної доброчесності: Використання друкованих і електронних джерел інформації під час контрольних заходів та екзаменів заборонене.

Політика щодо відвідування: Пропуски практичних занять відпрацьовуються. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу з дозволу дирекції інституту.

ПОЛІТИКА ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Відповідно до «Положення про визнання в Західноукраїнському національному університеті результатів попереднього навчання» (https://www.wunu.edu.ua/pdf/pologenya/Polozhennya_ruzult_poper_navch.pdf) здобувачам вищої освіти може бути зараховано результати навчання (неформальної/інформальної освіти, академічної мобільності тощо) на підставі підтвердних документів (сертифікати, довідки, документи про підвищення кваліфікації тощо). Рішення про зарахування здобувачу результатів (певного освітнього компонента в цілому, або ж окремого виду навчальної роботи за таким освітнім компонентом) приймається уповноваженою Комісією з визнання результатів навчання за процедурою, визначеною вищезазначеним положенням.

ОЦІНЮВАННЯ

Остаточна оцінка за курс розраховується наступним чином:

Структура залікового кредиту для студентів

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота	Екзамен
Оцінка за поточне опитування визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за теми 1-4	Підсумкова письмова робота за темами 1-4	Оцінка за поточне опитування визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за теми 5-8	Підсумкова письмова робота за темами 5-8	Оцінка за виконання завдання з тренінгу	Оцінка за виконання завдання самостійної роботи	Два теоретичні питання по 30 балів. Практичне завдання – 40 балів

Поточне опитування під час заняття:

90-100 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань;

75-89 балів – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки;

65-74 бали – в цілому володіє навчальним матеріалом та викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки;

60-64 бали – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його викладає, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань, допускаючи при цьому суттєві неточності;

1-59 балів – не володіє навчальним матеріалом, не розкриває зміст теоретичних питань.

Підсумкова оцінка за поточне опитування кожного модуля визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих під час занять в межах кожного модуля.

Екзамен – вид підсумкового контролю, при якому засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу оцінюється від 0 до 100 балів як сума балів за виконані завдання. Екзаменаційний білет складається із:

1. *Двох теоретичних питань*, за відповідь на кожне з яких студент може отримати від 0 до 30 балів.

15-30 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, всебічно, самостійно та аргументовано його викладає під час відповіді, глибоко та всебічно розкриває зміст завдання.

1-14 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом, але не в повному обсязі, фрагментарно (без аргументації та обґрунтування) його викладає, недостатньо розкриває зміст завдання, допускаючи при цьому суттєві

неточності, відповіді на запитання нечіткі

2. *Практичного завдання (задачі)*, за розв'язання якого студент може отримати: від 0 до 40 балів:

30-40 балів – у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, правильно розв'язує практичне завдання і інтерпретує отримані результати, демонструє самостійність виконання.

10-29 балів – у достатньому обсязі володіє навчальним матеріалом, правильно розв'язує практичне завдання, але на додаткові контрольні запитання відсутня повна відповідь, допускає несуттєві неточності та фрагментарно (без аргументації) інтерпретує отримані результати, демонструє самостійність виконання.

1-9 балів – не в повному обсязі володіє матеріалом, фрагментарно розв'язує практичне завдання, допускає суттєві

неточності, поверхнево його викладає, недостатньо розкриває зміст поставлених питань. Шкала оцінювання:

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

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Бакка М.Т. Основи термодинаміки. Навч. посіб. Житомир: ЖІТІ, 2000. 210 с.
2. Джеджула В.В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління. Монографія. Вінниця: ВНТУ, 2014. 346 с.
3. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В. Теплотехніка: Підручник. Київ: «ІНКООС», 2005. 504 с.
4. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 150 с.
5. Константінов С.М., Панов Є.М. Теоретичні основи теплотехніки: Підручник. Київ: «Золоті ворота», 2012. 592 с.
6. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2018. 136 с.
7. 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.
8. 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>
9. Babu V. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2020. 440 p.
10. Bejan A. Advanced Engineering Thermodynamics. 4th Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2016. 782 p.

11. Borgnakke C. Sonntag R.E. Fundamentals of Thermodynamics, 10th Edition. Wiley, Hoboken, 2019. 813 p.
12. Kasianchuk M., Basistyi P., Humovska I., Mokhun S., Chopyk P., Belova I. Mathematical Model of Effective Thermal Parameters under Dynamic Thermal Fields in Photothermal Experiments. Proceedings of the 15th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), Sibenik, Croatia, 2025, pp. 79-82.
13. Mokhun S., Fedchyshyn O., Kasianchuk M., Chopyk P., Basistyi P., Matsyuk V. Stellarium Software as a Means of Development of Students' Research Competence While Studying Physics and Astronomy. 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2022, 2022. P. 587–591.
14. Can Gulen S. Applied Second Law Analysis of Heat Engine Cycles. Boca Raton: CRC Press, 2023. 298 p.
15. Cengel Yunus A., Boles Michael A., Kanoglu Mehmet. Thermodynamics: An Engineering Approach. 10th Edition. McGraw-Hill, 2023. 977 p.
16. Colonna P., van der Stelt T.P. Thermodynamics: Fundamentals and Engineering Applications. Solution Manual. Cambridge University Press, 2019. 296 p.
17. Desmet B. Thermodynamics of Heat Engines. London: Wiley-ISTE, 2022. 258 p.
18. Granet I., Alvarado J., Bluestein M. Thermodynamics and Heat Power. 9th edition. CRC Press, 2021. 864 p.
19. Helal M. Graphical Thermodynamics and Ideal Gas Power Cycles: Ideal Gas Thermodynamics in Brief. Momentum Press, 2017. 303 p.
20. Kassim M. Engineering Thermodynamics. Mercury Learning & Information, 2022. 1441 p.