

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЦИКЛИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК»**



<b>Ступінь освіти</b>	<u>бакалавр</u>
<b>Спеціальність</b>	<u>144 Теплоенергетика</u>
<b>Освітня програма</b>	<u>Інжиніринг теплових процесів і систем</u>
<b>Тривалість викладання</b>	<u>осінній семестр (5, 6 чверті)</u>
<b>Кількість кредитів</b>	<u>4 кредити ЄКТС (120 годин)</u>
<b>Заняття:</b>	
лекції:	<u>1 година</u>
практичні:	<u>2 години</u>
<b>Мова викладання</b>	<u>українська</u>

**Кафедра, що викладає**   Теплового інжинірингу та енергетичних технологій (ТІЕТ)



**Викладач:**

**Шарабура Тетяна Андріївна**

Доцент, канд. тех. наук, доцент кафедри ТІЕТ

**Персональна сторінка**

<https://teet.nmu.org.ua/ua/aboutkaf/sharabura.php>

**E-mail:**

[Sharabura.T.A@nmu.one](mailto:Sharabura.T.A@nmu.one)

## 1. Анотація до курсу

Даний курс спрямований на вивчення основних термодинамічних циклів, які використовуються в енергетичних установках для забезпечення ефективного перетворення енергії. У курсі розглядаються основні цикли та їх застосування в парових і газових турбінах, двигунах внутрішнього згоряння, холодильних установках та теплових насосах. Знання, що отримані після завершення курсу, надають можливість здобувачам освіти оцінювати ефективність різних енергетичних установок, приймати обґрунтовані рішення щодо підвищення їх продуктивності, що є основою для подальшої роботи в галузі енергетики та інженерії.

## 2. Мета та завдання курсу

**Мета дисципліни** – формування у здобувачів освіти фундаментальних знань і практичних навичок для аналізу, розробки та оптимізації термодинамічних циклів, які використовуються в різних енергетичних установках. Курс спрямований на засвоєння принципів термодинаміки, що лежать в основі роботи парових і газових турбін, двигунів внутрішнього згоряння, холодильних установок та інших енергетичних систем.

### **Завдання курсу:**

Навчити здобувачів вищої освіти:

- володіти основами термодинамічного аналізу робочих процесів у теплосилових машинах та холодильних установках з метою визначення параметрів їх роботи та теплової ефективності;
- знати особливості та методи розрахунку термодинамічних процесів та циклів теплоенергетичних та холодильних установок;
- обчислювати показники енергетичної ефективності прямих та зворотних термодинамічних циклів;
- проводити термодинамічний аналіз циклів та процесів у теплосилових машинах, теплових насосах, холодильних машинах з метою оптимізації їх робочих характеристик.

## 3. Результати навчання

Дисциплінарні результати навчання:

- розуміти закономірності термодинамічних циклів та їх застосування в енергетичних установках;
- вміти будувати, описувати і порівнювати різні термодинамічні цикли;
- вміти застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних завдань у сфері термодинаміки знати методики розрахунків пристроїв для очищення газів;
- проводити розрахунки циклів двигунів внутрішнього згоряння, газотурбінних та паросилових установок і холодильних машин.
- бути здатними аналізувати різні термодинамічні цикли та оцінювати їх характеристики.

#### 4. Структура курсу

Види та тематика навчальних занять	Внесок в загальну оцінку, %
<b>ЛЕКЦІЇ</b>	
<b>1. Загальні відомості про термодинамічні цикли</b>	12
1.1. Основні характеристики циклу	
1.2. Класифікація термодинамічних циклів	
1.3. Оцінка ефективності циклу	
<b>2. Цикли поршневих двигунів</b>	12
3.1. Цикл ДВЗ з підведенням теплоти при постійному об'ємі (цикл Отто)	
3.2. Цикл ДВЗ з підведенням теплоти при постійному тиску (цикл Дізеля)	
3.3. Цикл ДВЗ зі змішаним підведенням теплоти (цикл Трінклера)	
3.4. Цикл Стірлінга	
<b>3. Цикли газотурбінних установок</b>	12
3.1. Цикл ГТУ з підведенням теплоти при постійному тиску (цикл Брайтона)	
3.2. Цикл ДВЗ з підведенням теплоти при постійному об'ємі (цикл Гамфрі)	
3.3. Регенеративні цикли	
<b>4. Цикли паросилових установок</b>	12
4.1. Цикл Ренкіна	
4.2. Теплофікаційний цикл	
4.3. Регенеративний цикл	
4.4. Цикл парогазової установки	
<b>5. Цикли холодильних установок. Тепловий насос.</b>	12
5.1. Цикл повітряної холодильної машини	
5.2. Цикл парокомпресорної холодильної машини	
5.3. Цикл теплового насосу	
<b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>	
1. Розрахунок циклів поршневих двигунів	12
2. Розрахунок циклів газотурбінних установок	8
3. Розрахунок циклів паросилових установок	8
4. Розрахунок циклів холодильних установок	8
5. Розрахунок циклу теплового насосу	4
<b>РАЗОМ</b>	<b>100</b>

#### 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення\*

Активованій акаунт університетської пошти (student.i.p.@nmu.one) на Офіс365, використання дистанційної платформи (<https://do.nmu.org.ua/>).

## 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти** за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

### 6.2 Критерії оцінювання поточної контрольної роботи

В курсі навчальної дисципліни передбачено **дві** поточних контрольних роботи, кожна з яких містить теоретичну та практичну частину.

**Теоретична частина** кожної з поточних контрольних робіт містить **20 тестових запитань**, кожне з яких оцінюється у 3 бали. Загалом за теоретичну частину контрольної роботи отримується максимум 60 балів.

**Практична частина** кожної з поточних контрольних робіт містить 4 завдання, з них: **2 тестових практичних завдання** (задачі), кожне з яких оцінюється у 8 балів (максимум 16 балів) та **2 практичних завдання відкритого типу**, кожне з яких оцінюється у 12 балів (максимум 24 бали).

**Практичне завдання** (задача) **відкритого типу** при правильному вирішенні оцінюються в 12 балів, причому:

- 12 балів – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- 9 балів – відповідність еталону, без одиниць виміру або з помилками в розрахунках;
- 6 балів – незначні помилки у формулах чи графіках, без одиниць виміру;
- 3 бали – присутні суттєві помилки у рішенні;
- 0 балів – рішення не наведене.

Загалом за кожну поточну контрольну роботу отримується максимум **100 балів**.

Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни **на підставі поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів при виконанні кожної з поточних контрольних робіт складатиме **не менше 60 балів**. Підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни утворюється як середнє значення з оцінювання двох поточних контрольних робіт:

$$\bar{X} = 0,5 \cdot X_1 + 0,5 \cdot X_2,$$

де  $X_1$  – оцінка за першу поточну контрольну роботу;  
 $X_2$  – оцінка за другу поточну контрольну роботу.

### 6.3 Критерії оцінювання підсумкової роботи.

У випадку, якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав

менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оцінювання (диференційований залік)** під час тижня контрольних заходів.

**Диференційований залік** проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи. Білет включає запитання з усієї теоретичної та практичної частини курсу:

**25 тестових завдань** з чотирма варіантами відповідей, 1 правильна відповідь оцінюється у 2 бали (разом 50 балів).

**2 відкритих питання**, які оцінюються в 5 балів кожне (разом 10 балів),

**4 практичних завдання (задачі) відкритого типу**, які при правильному вирішенню оцінюється в 10 балів кожна (разом 40 балів), причому:

- 10 балів – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- 8 балів – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- 5 балів – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;
- 3 бали – присутні суттєві помилки у рішенні;
- 1 бал – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- 0 балів – рішення не наведене.

Отримані бали за відкриті та закриті відповіді та задачі додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за підсумковою роботою здобувач вищої освіти може набрати **100 балів**.

## 7. Політика курсу

**7.1. Політика щодо академічної доброчесності.** Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка" [https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf).

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

**7.2. Комунікаційна політика.** Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану корпоративну університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

**7.3. Політика щодо перескладання.** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання підсумкового оцінювання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

**7.4 Політика щодо оскарження оцінювання.** Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

**7.5. Відвідування занять.** Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту. Під час дії змішаної форми організації освітнього процесу, зумовленої воєнним станом, допускається робота здобувачів в асинхронному режимі і ознайомлення з матеріалами лекцій самостійно з використанням відеозаписів лекційних занять в MS Teams.

**7.6. Бонуси.** Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувачу вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які будуть розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни. За участь в анкетуванні та/або в науковій роботі, конференціях здобувач вищої освіти отримує **5 балів**.

## 8 Рекомендовані джерела інформації

1. Вассерман О.А., Слинько О.Г., Шутенко М.А. Інноваційні термодинамічні цикли енергетичних установок.– Одеса: Фенікс, 2020. – 184 с.
2. Димо Б. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна термодинаміка та теплопередача» / Б. В. Димо, П. А. Пацурковський, О. А. Єпіфанов, О. К. Чередніченко. – Миколаїв : НУК, 2022. – 169 с.
3. Технічна термодинаміка і теплопередача : підручник для академічного бакалаврату. В. А. Кудінов, Е. М. Карташов, Є. В. Стефанюк , 2016. 442 с.
4. Desmet В. Thermodynamics of Heat Engines. - ISTE Ltd 2022. - Library of Congress Control Number: 2022941652. – 528 p.
5. 10. Baehr H.D., Kabelac S. Thermodynamic. – Springer-Lehrbuch, 2022. - ISBN: 978-3-642-24161-1. – 520 p.
6. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін. – К.: НТУУ «КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. – 152 с.
7. Василенко С.М. Теплохолодотехніка. – К.: Вид-во Ліра-К, 2019. – 258 с.
8. Коновалов Д.В., Кобалава Г.О. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з Технічної термодинаміки. Херсон: ХФ НУК, 2017. – 63 с.
9. Мінаковський В.М., Соломаха А.С. Технічна термодинаміка. Приклади, задачі та типові розрахунки. Частина перша. Навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, 2017. 172 с.