



РОБОЧА ПРОГРАМА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ТЕРМОГІДРОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ»**

B02067D

Рівень вищої освіти	Перший
Галузь знань	27 Транспорт
Спеціальність	271 Морський та внутрішній водний транспорт
Спеціалізація	271.02 «Управління судновими технічними системами і комплексами»
Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»	
Кафедра Інженерних дисциплін	

Робоча програма навчальної дисципліни «Термогідродинамічні процеси» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми «Управління судновими технічними системами і комплексами»

Розробники: Берестовой Іван Олегович, к.т.н., доцент кафедри інженерних дисциплін.

Ярмакі Анатолій Христофорович, старший викладач кафедри інженерних дисциплін.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри інженерних дисциплін.

Протокол від «25» серпня 2022р., № 1.

Завідувач кафедри  Т.В.ТАРАСЕНКО

Секретар кафедри  В.І.ЗАЛОЖ

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми за спеціалізацією 271.02 – «Управління судновими технічними системами і комплексами»

 І.З. МАСЛОВ

## 1. Загальний опис навчальної дисципліни

Дисципліна «Термогідродинамічні процеси» є базовою дисципліною для багатьох спеціальних дисциплін – її закони та методи досліджень широко застосовуються при вивченні таких дисциплін як: Суднові допоміжні установки і системи, Суднові турбінні та котельні установки, технологія використання робочих речовин, Суднові двигуни внутрішнього згоряння, Управління роботою механізмів суднової енергетичної установки та безпечне несення ваhti, Технічне обслуговування, діагностика і ремонт суднових технічних засобів, Безпечне управління судновими енергетичними установками, Суднова холодильна техніка тощо.

Мета вивчення навчальної дисципліни «Термогідродинамічні процеси» ознайомити здобувача з застосуванням законів гідромеханіки, теоретичними знаннями про термодинамічні процеси в ідеальному та реальному газах, особливостями перетворення теплоти в роботу, механізмами, що передають теплоту в елементах СЕУ, що дає можливість прогнозувати ефективність експлуатації енергетичних установок суден та відбирати оптимальні шляхи її підвищення. Із ціллю набуття здобувачами вищої освіти знань, розуміння та інших компетентностей, необхідних для: експлуатації головних установок і допоміжних механізмів і пов'язаних з ними систем управління, експлуатації систем паливних, мастильних, баластних та інших насосних систем і пов'язаних з ними систем управління, продовження навчання на наступному рівні вищої освіти.

**Мова навчання** – українська та робочі мови Міжнародної організації.

**Статус дисципліни** – обов'язкова.

**Навчальна дисципліна забезпечує реалізацію вимог наступних розділів Кодексу з підготовки і дипломування моряків та несення ваhti 1978 року, з поправками:**

- розділу А-III/1 «Обов'язкові мінімальні вимоги для дипломування вахтових механіків суден з машинним відділенням, що обслуговується традиційно або періодично не обслуговується» (функція 1 «Функція суднові механічні установки на рівні експлуатації»),

- розділу А-III/2 «Обов'язкові мінімальні вимоги для дипломування старших механіків та других механіків суден з головною руховою установкою потужністю 3000 кВт або більше» (функція 1 «Функція суднові механічні установки на рівні управління»).

Навчальна дисципліна забезпечує набуття елементів перелічених нижче компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.

**Компетентності:**

**ЗК 05.** Здатність приймати та реалізовувати обґрунтовані управлінські рішення в рамках прийняттого ризику

**ЗК 13.** Здатність до подальшого навчання

**СК13.** Критичне осмислення основних теорій, принципів, методів і понять сучасної морської інженерії

**СК14.** Здатність збирати та інтерпретувати інформацію, обирати методи та інструментальні засоби, застосовувати інноваційні підходи для розв'язання складних професійних задач у сфері морської інженерії

**СК15.** Здатність обґрунтовувати власну точку зору та висновки, використовуючи основні теорії та концепції у сфері морської інженерії

**Програмні результати навчання:**

**ПРН 01.** Знання та розуміння основних теорій, принципів, методів та понять, що лежать в основі термогідродинамічних процесів, механічної та електромеханічної інженерії.

Кількість кредитів ЄКТС - **8**

Форма підсумкового контролю: **екзамен**

## 2. Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Успішне завершення програми навчальної дисципліни «Термогідродинамічні процеси» передбачає здобуття курсантом (студентом) наступних результатів навчання за навчальною дисципліною:

*З урахуванням Таблиці АІІ/1 та Таблиці АІІ/2 кодексу ПДНВ, з поправками:*

- знати основні принципи роботи механічних систем, включаючи: судновий дизель; суднова парова турбіна; суднова газова турбіна; судновий котел;
- знати основні принципи роботи допоміжних установок у тому числі: повітряний компресор, генератор питної води, теплообмінник, холодильна установка, системи кондиціонування повітря та вентиляції;
- знати експлуатаційні характеристики трубопроводів;
- знати теоретичні знання з термодинаміки й теплопередачі;
- знати теоретичні знання з гідромеханіки;
- знати пропульсивні характеристики дизелів, парових і газових турбін, включаючи частоту обертання, вихідну потужність і витрату палива;
- знати тепловий цикл, тепловіддача і тепловий баланс наступного: судновий дизель; суднова парова турбіна; суднова газова турбіна; судновий паровий котел;
- знати холодильні установки та цикл охолодження.

*З урахуванням рекомендації Model course 7.04 "Officer in Charge of an Engineering Watch" та Model course 7.02 Chief Engineer Officer & Second Engineer Officer в частині контролю знань за тематикою, що викладається:*

**ЗНАТИ:**

- що одиниця вимірювання тиску - Паскаль (Па)
- що практична одиниця виміру тиску -  $10^5 \text{ Н/м}^2$  і дорівнює 1 бар;
- що атмосферний тиск дорівнює приблизно 1 бар,  $P_{\text{атм}} = 101325 \text{ Па}$ ;
- що тиск на будь-якому рівні в рідині – однаково тисне в усіх напрямках;
- що тиск діє перпендикулярно до поверхні;
- що тиск на будь-якому рівні в рідині залежить від вертикальної висоти відносно поверхні рідини і від густини;
- що зміна стану - це процес при постійній температурі;
- що внутрішня енергія (U) залежить від руху молекул речовини або системи;
- що внутрішня енергія виробляється молекулярним рухом і вібраціями і залежить тільки від термодинамічної температури і є енергією накопиченої в молекулах;
- що вся енергія накопичена в тілі або системі є ентальпія (H);
- що енергія при переході від одного тіла до іншого або від системи до системи може бути тільки теплопередачею (Q) і передачею роботи (W);
- що системи описуються в показниках віднесених до маси речовини, що міститься в системі або маси що додається і віднімається;
- що теплопередача має місце при провідності, конвекції і випромінювання і, що якщо контактують речовини з різною температурою, то з часом у них буде однакова температура через теплопередачу;
- основний закон теплопровідності Жана Фур'є;
- що одиниці вимірювання коефіцієнта теплопровідності - вати поділені на метр та на кельвін;
- що важливими рідинами для практичних знань перехідних процесів є  $\text{H}_2\text{O}$  (тобто пар) і холодоагенти;
- що «критична температура» - це гранична температура фази рідини;
- що «ідеальний» газ не можна перетворити в рідину змінивши тільки тиск;

- закон Роберта Бойля - Едмома Маріотта та закон Дж. Чарльза (інша назва закон Жака Шарля) і визначають поняття: константа Бойля, константа Чарльза;
- що результатом з'єднання законів Роберта Бойля - Едмома Маріотта та Дж. Чарльза є константа;
- що такі процеси можливі з ідеальними газами і випарами: теплопередача: нагрівання та охолодження; робота; компресія і розширення (збільшення);
- рівняння роботи у різноманітних термодинамічних процесах;
- що цифровий показник  $n$  обчислюється експериментально, за допомогою рівняння політропного процесу;
- що для більшості практичних дій показник  $n$  знаходиться між  $1,2 \div 1,5$ .

#### ВМІТИ:

- дати визначення рідини;
- дати визначення тиску;
- вирішувати завдання, які включають величини площі і тиску;
- загальними термінами пояснити що мається на увазі під: атмосферним тиском, вакуумом, частковим вакуумом, абсолютним нульовим тиском, манометричним і абсолютним тиском;
- креслити просту діаграму: пьезометра, простого барометра, манометра Бурдона;
- вирішувати найпростіші завдання, що включають різницю рівнів рідини;
- пояснити, що мається на увазі під температурою речовини;
- дати визначення шкали Цельсія та її градування;
- дати визначення шкали Кельвіна (шкали абсолютної температури);
- виміряти температуру за допомогою ртутного термометра;
- дати визначення теплотворної здатності палива;
- вирішувати найпростіші завдання за допомогою рівняння Даніеля Бернуллі та Дмитра Менделєєва- Бенуа Клайперона;
- вирішувати найпростіші завдання, які включають теплотворну здатність, масу палива, виконану роботу, енергопередачу, швидкість подачі палива та ККД;
- дати визначення питомої теплоємності;
- вирішувати завдання, які включають масу, питому теплоємність і зміну температури;
- загальними термінами пояснити, що мається на увазі під: теплопровідністю, конвекцією, випромінюванням;
- навести приклади теплопередачі в судових енергетичних установках;
- пояснити ефект підвищення температури твердих тіл, рідин і газів у теплових та термодинамічних процесах;
- навести приклади в яких вище означені параметри: допустимі, сприятливі;
- визначати стан і властивості речовини, одиниці вимірювання параметрів і символи позначення: тиск, температура, об'єм, енергія;
- пояснити що мається на увазі під: абсолютними величинами, питомими величинами, інтенсивними величинами, екстенсивними величинами;
- пояснити, що речовина може бути в 3 станах: тверде тіло, рідина, газ;
- описати енергію, необхідну для перетворення: енергію сплаву (твердого тіла в рідину), енергію паротворення (рідини в пар);
- пояснити, що тіло може бути одночасно у твердому вигляді, рідини та газу;
- визначати загальну накопичену енергію як суму внутрішньої енергії і енергії тиску ( $P$ ) на об'єму ( $V$ );
- визначати потенційну енергію як енергію рівня рідини;
- визначати кінетичну енергію як енергію швидкості рідини;

- дати визначення та наслідки 1-го закону термодинаміки;
- розуміти важливість цього визначення при оцінці змін під час термодинамічних циклів;
- пояснити, що «балансове» рівняння випливає з першого закону термодинаміки і може бути застосовано тільки до замкнутих систем (тобто молекули речовини не входять і не виходять із системи під час термодинамічних процесів);
- пояснити, математичний знак, що позначає перехід енергій  $Q$  та  $W$  буде визначатися напрямком, т. е. залежить від того куди відбувається енергопередача в або з закритої системи;
- вирішувати завдання щодо зміни енергії на практиці;
- використовувати лабораторне обладнання для визначення: питомої теплоємності речовини, кінцевої температури сумішей і підтвердити спостережувану величину за допомогою обчислення;
- визначати на описувати величини в законі Жана Фур'є;
- вирішувати найпростіші завдання з числами, що включають теплопередачу між контактуючими речовинами;
- вирішувати прості завдання на застосування закону Жана Фур'є для твердих однорідних матеріалів;
- дати визначення фази випаровування як проміжного стану між твердим тілом і станом газу та визначати відповідні величини: тиск, енергія, об'єм, ентальпія, ступень сухості, ентропія;
- визначати наступні стани: насичена пара, сухий пар, вологий пар, ступінь сухості, перегрітий пар;
- пояснити і використовувати співвідношення між тиском і температурою для насиченої рідини чи насиченого пара;
- демонструвати вищевказані явища, використовуючи лабораторне обладнання;
- використовувати таблиці термодинамічних властивостей для визначення величин ентальпії, внутрішньої енергії та об'єму при будь-яких умовах тиску і температури у задачах;
- дати визначення «ідеального» газу;
- креслити криву  $P - V$  для закону Роберта Бойля - Едмома Маріотта та креслити графік  $V$  і  $T$  для закону Дж. Чарльза;
- знати рівняння ідеального газу;
- пояснити, чому  $R$  може бути різною чисельною величиною для кожного ідеального газу або суміші ідеальних газів;
- дати визначення термодинамічної процесу;
- пояснити в простих термінах другий закон термодинаміки;
- пояснити за допомогою  $P - V$  діаграми такі «стандартні» процеси: ізобарні, ізохорні, ізотермічні та адіабатні, політропні розширення та стискання;
- описати практичне застосування вищевказаних процесів;
- вирішувати прості завдання на дану тематику;
- пояснити, що робота обчислюється силою та відстанню, на яке вона прикладена;
- креслити  $P - V$  діаграму з урахуванням виконаної роботи;
- пояснити термін роботи випаровування ідеального газу.

### 3. Програма, структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Найменування тем дисципліни	Навчальне навантаження (години)								Відповідність модельному курсу ІМО (М.с.)	
	Денна форма навчання				Заочна форма навчання					
	Кількість аудиторних годин	Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні роботи	Кількість аудиторних годин	Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні роботи		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Розділ 1: Базові характеристики тіла</b>										
Тема 1. Характеристики тіла Визначення: тиску, температури, об'єму, густини, сили, теплової енергії, роботи, теплоємності, потужності. Інтенсивні та екстенсивні величини. Взаємозв'язок параметрів СЕУ, що використовуються в практиці з системою SI.	4	4			1	1				М.с. 7.04: App. 1 (1.1.4) App. 3 (3.1)  М.с. 7.02: 1.2.1.6 1.2.2
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>1</b>	<b>1</b>				X
<b>Розділ 2. Гідромеханіка.</b>										
Тема 1. Гідростатика. Рідини та газу, їх фізичні властивості. Епюри гідростатичного тиску. Сила тиску на стінки. Гідростатичний парадокс. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Види тиску та їх взаємозв'язок.	12	4	4	4	6	2	2	2		М.с. 7.04: App. 1 (1.1.4) М.с. 7.02: 1.2.2.6
Тема 2. Гідродинаміка при стаціонарному режимі. Рівняння Бернуллі. Рівняння нерозривності. Гідрравлічні режими течії. Втрати напору при ламінарному та турбулентному руху. Місцеві втрати.	12	4	4	4	6	2	2	2		М.с. 7.04: App. 1 (1.1.4) М.с. 7.02: 1.2.2.6
Тема 3. Гідродинаміка при не стаціонарному режимі. Витікання рідини крізь насадки та сопла. Коефіцієнт витрат насадків. Досконале та недосконале стиснення. Гідрравлічні удари. Рівняння Жуковського	8	4	2	2	4	2	1	1		М.с. 7.04: App. 1 (1.1.4) М.с. 7.02: 1.2.2.6
Тема 4. Гідрравлічний розрахунок	4	2	2		2	1	1			М.с. 7.04: App. 1

трубопровідних систем. Практичні особливості проектування трубопровідних систем.									(1.1.4) М.с. 7.02: 1.2.2.6
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>X</b>
<b>Розділ 3. Термодинаміка</b>									
Тема 1. Параметри та рівняння стану ідеального газу. Основні закони ідеальних газів.	4	2	2		2	1	1		М.с. 7.04: App. 3 (3.1) М.с. 7.02: 1.2.2.1
Тема 2. Закони термодинаміки та висновки з них. Теплоємність, ентропія, ентальпія. Термодинамічна система, стан, процес. P-V, T-S діаграми та їх призначення. Енергетичні характеристики термодинамічної процесу.	8	4	2	2	4	2	1	1	М.с. 7.04: App. 3 (3.1) М.с. 7.02: 1.2.2.1
Тема 3. Термодинамічні процеси та їх приклади в судновій енергетиці. Дослідження термодинамічних процесів.	8	4	2	2	4	2	1	1	М.с. 7.04: App. 3 (3.1) М.с. 7.02: 1.2.2.1
Тема 4. Основні закони реальних газів. Фазові переходи. Таблиці та h-s діаграми води і водяної пари. Основні процеси у вологодому повітрі. H-d (i-d) діаграма вологого повітря.	8	4	4		4	2	2		М.с. 7.04: App. 3 (3.1) М.с. 7.02: 1.2.2.1
Тема 5. Термодинамічні цикли суднових холодильних установок і компресори. Термодинамічні процеси в компресорі. Термодинамічні холодильні цикли. lgP-h, T-s діаграми фреону.	8	4	2	2	4	1	2	1	М.с. 7.04: App. 3 (3.1) 1.4.1.6 М.с. 7.02: 1.2.2.1, 1.2.2.4, 1.2.2.7
Тема 6. Цикли теплових двигунів. Цикл ДВЗ з ізобаричним, змішаним, ізохоричним підведенням теплоти. Цикл ГТУ з ізобаричний підведенням теплоти. ГТУ з регенерацією. Регенеративний цикл ПТУ	10	6	4		4	2	2		М.с. 7.04: 1.4.1.1- 1.4.1.4 App. 3 (3.1) М.с. 7.02: 1.2.2.1, 1.2.2.2, 1.2.2.3
<b>Разом за розділом 3</b>	<b>46</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>X</b>
<b>Розділ 4. Теплопередача.</b>									



Тема 1. Основні поняття і визначення теорії теплообміну. Закон Фур'є. Теплопровідність при стаціонарному режимі. Теплопровідність крізь плоску, циліндричну стінку і сферичну стінку.	4	2	2		2	1	1		М.с. 7.04: App. 1 (1.1.5) App. 3 (3.1.5) М.с. 7.02: 1.2.1.6
Тема 2. Конвективний теплообмін. Закон Ньютона-Ріхмана. Основні положення теорії подібності. Критерії подібності. Основні критеріальні рівняння конвективного теплообміну. Тепловіддача при вимушеній та вільній конвекції.	10	4	4	2	5	2	2	1	М.с. 7.04: App. 1 (1.1.5) App. 3 (3.1.5) М.с. 7.02: 1.2.1.6
Тема 3. Теплообмін при фазових перетвореннях. Теплообмін при конденсації. Крапельна і плівкова конденсація. Тепловіддача при кипінні.	4	2	2		2	1	1		М.с. 7.04: App. 1 (1.1.5) App. 3 (3.1.6) М.с. 7.02: 1.2.1.6
Тема 4. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін випромінюванням між абсолютно чорними тілами. Теплообмін між сірими тілами. Теплові екрани.	2	2			1	1			М.с. 7.04: App. 1 (1.1.5) App. 3 (3.1.5) М.с. 7.02: 1.2.1.6
Тема 5. Теплопередача. Складний теплообмін	6	2	2	2	3	1	1	1	М.с. 7.04: App. 1 (1.1.5) App. 3 (3.1.5) М.с. 7.02: 1.2.1.6
Тема 6. Нагрівання охолодження тіл. Граничні умови нагріву. Термічно масивні та тонкі тіла. Діаграми нагріву (охолодження) тіла	4	2	2		2	1	1		М.с. 7.04: App. 1 (1.1.5) App. 3 (3.1.5) М.с. 7.02: 1.2.1.6

Тема 7. Конструктивний і перевірочний розрахунки. Середнелогарифмічний температурний напір. Визначення поверхні теплообміну. Типи теплообмінників.	10	2	2	6	4	1	1	2	М.с. 7.04: 1.4.1.4, 1.4.1.6 App. 1 (1.1.5) App. 3 (3.1.5) М.с. 7.02: 1.2.1.6
<b>Разом за розділом 4</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	X
<b>Всього аудиторних годин</b>	<b>126</b>	<b>58</b>	<b>42</b>	<b>26</b>	<b>60</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	X
<b>Самостійна робота (години)</b>	<b>114</b>				<b>180</b>				X
з них на виконання індивідуального навчання	КР				КР				X
<b>Загальний обсяг годин навчальної дисципліни</b>	<b>240</b>				<b>240</b>				X

#### 4. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення, використання яких передбачає виконання практичних (семінарських) занять
1	Запас плавучості понтону	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір.
2	Епюри тиску рідини на плоску та криволінійну поверхні	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, комп'ютер
3	Динаміка розгону судна	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір.
4	Гідравлічний розрахунок трубопроводних систем.	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір,
5	Використання рівняння стану ідеального газу	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір.
6	Дослідження термодинамічних процесів	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір.
7	Діаграми вологого повітря, води и водяного пару	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, H-S (i-s) діаграма води та водяного пару, H-d (i-d) діаграма вологого повітря
8	Цикл компресору	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір

9	Цикли ДВЗ	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір
10	Холодильний цикл	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, lgP-H діаграма фреону
11	Теплової баланс енергетичної установки	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, таблиці фізичних властивостей речовин
12	Теплопровідність крізь плоску, циліндричну стінку	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, таблиці фізичних властивостей речовин
13	Теплопередача крізь плоску стінку	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, таблиці фізичних властивостей речовин
14	Конвекційна тепловіддача при вимушеній конвекції	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, таблиці фізичних властивостей речовин
15	Розігрів охолодження тіла	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, діаграма нагріву (охолодження) тіла Vi-Fo-Θ, таблиці фізичних властивостей речовин
16	Складний теплообмін	Методичні вказівки, проекційне обладнання, інструменти для креслення, масштабно-координатний креслярський папір, таблиці фізичних властивостей речовин

### Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення, використання яких передбачає виконання лабораторних занять
1	Вимірювання тиску та витрат, визначення режиму течії рідини	Лабораторний навчальний стенд НТЦ-11.38 «Гідравліка, гідромашини й гідроприводи», методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
2	Побудова напірної та п'єзометричної лінії трубопроводу. Вивчення рівняння Бернуллі.	Лабораторний навчальний стенд НТЦ-11.38 «Гідравліка, гідромашини й гідроприводи», методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
3	Визначення коефіцієнтів місцевих гідравлічних опорів	Лабораторний навчальний стенд НТЦ-11.38 «Гідравліка, гідромашини й гідроприводи», методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
4	Визначення коефіцієнтів	Лабораторний навчальний стенд НТЦ-11.38

	гідравлічного тертя (коефіцієнта Дарсі)	«Гідравліка, гідромашини й гідроприводи», методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
5	Вивчення нестационарного витікання рідини крізь гідродросель	Лабораторний навчальний стенд НТЦ-11.38 «Гідравліка, гідромашини й гідроприводи», методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
6	Визначення теплоємності повітря	Інтерактивний лабораторний навчальний стенд, методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
7	Показник адіабати	Інтерактивний лабораторний навчальний стенд, методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
8	Дослідження циклу холодильної установки	Інтерактивний лабораторний навчальний стенд, методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
9	Вивчення теплопередачі при русі рідини у трубах	Лабораторний навчальний стенд НТЦ-22.05.2/1 «Теплотехніка рідини», методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
10	Вивчення теплообмінника «труба в трубі»	Лабораторний навчальний стенд НТЦ-22.05.2/1 «Теплотехніка рідини», методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту
11	Дослідження роботи теплообмінного апарату при паралельному току та протivotоку	Лабораторний навчальний стенд НТЦ-22.05.2/1 «Теплотехніка рідини», методичні вказівки, інструменти для креслення, інженерний калькулятор, аркуші для написання звіту

### 5. Завдання для самостійної роботи

Самостійна робота призначена для поглиблення, розширення і закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях. Вона допомагає набути навички самостійної роботи з довідковою, навчальною і науковою літературою, державними і галузевими стандартами; підвищити якість самостійної проробки здобувачами навчальної інформації шляхом її конкретизації і цілеспрямування.

Види самостійної роботи:

- Робота по опрацюванню лекційного курсу.
- Робота по вивченню окремих тем, не висловлюваних при читанні лекцій (що задаються викладачем).
- Виконання практичних розрахунків, заданих викладачем.
- Підготовка до виконання лабораторних робіт шляхом ознайомлення з методичними вказівками.
- Виконання індивідуального завдання згідно завдання викладача.

### 6. Індивідуальні завдання

Курсова робота з дисципліни «Термогідродинамічні процеси» складається з завдань та задач з наступних розділів дисципліни: технічна термодинаміка,

гідромеханіка, теплопередача. Вхідні дані приймаються з додатка за прізвищем та ім'ям здобувача, або за індивідуальним завданням, що видається викладачем.

У якості методичних вказівок для розрахунку завдань рекомендовано використовувати джерела [3, 4, 8, 14, 16]

Розрахунково-пояснювальна записка повинна включати в себе:

1. Вхідні дані;
2. Необхідні розрахунки всіх розділів;
3. Відповіді на контрольні питання;
4. Список використаної літератури.

### 7. Методи контролю

**Поточний контроль** здійснюється оцінюванням якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни за результатами опитування з питань лекційного матеріалу, виконання та захисту практичних та лабораторних робіт, що передбачені робочим навчальним планом згідно темам робочої навчальної програми (у відповідності до Положення про організацію освітнього процесу НУ «ОМА»).

**Форма підсумкового контролю:** екзамен.

#### Методи демонстрації результатів навчання за навчальною дисципліною

№ з/п	Результати навчання за навчальною дисципліною згідно ОПП	Методи демонстрації	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, які використовуються для демонстрації здобутих результатів навчання за навчальною дисципліною
1	Знання та розуміння основних теорій, принципів, методів та понять, що лежать в основі термогідродинамічних процесів, механічної та електромеханічної інженерії.	Тестування з певного розділу, схвалена підготовка з використанням лабораторного обладнання	Тестування в Google Forms. Презентація результатів виконаних завдань: Практичних робіт Лабораторних робіт

### 8. Схема нарахування балів за навчальною дисципліною

#### Шкала оцінювання

За шкалою ECTS		За шкалою оцінювання ДІ НУ «ОМА»		
Оцінка	Пояснення	Екзамен		Залік
A	Відмінно	Відмінно	5	Зараховано
B	Дуже добре	Добре	4	
C	Добре			
D	Задовільно	Задовільно	3	
E	Достатньо			
FX	Незадовільно		2	Не зараховано

#### Загальні критерії оцінювання знань здобувачів освіти

##### A (відмінно) – оцінка «відмінно»

Глибокі знання і розуміння навчального матеріалу, виконання завдань без/або з незначною кількістю недоліків в обсязі, передбаченим робочою програмою навчальної дисципліни. Здобувач освіти вміє самостійно здобувати знання, без допомоги

викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію. Використовує набуті знання і вміння для прийняття рішень у стандартних і нестандартних ситуаціях. Переконаливо аргументує відповіді, відстоює власну позицію щодо питань, які розглядаються. Здобувач освіти добре знайомий з основною, а також додатковою літературою.

**В (дуже добре) – оцінка «добре»**

Достатньо повні знання та розуміння навчального матеріалу, виконання завдань з незначною кількістю недоліків та/або негрубих помилок. Здобувач освіти вміє застосовувати набуті знання та вміння для вирішення практичних завдань, у відповіді прослідковується порушення принципу систематичності і логічності викладу навчального матеріалу. Самостійно виправляє допущені помилки, виявляє ґрунтовне знання основної бібліографії, однак лише поверхово орієнтується у допоміжній літературі.

**С (добре) – оцінка «добре»**

Загальні знання та розуміння навчального матеріалу, виконання завдань з певною кількістю недоліків і несуттєвих помилок. Здобувач освіти вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію в цілому самостійно застосовувати її на практиці. Відповідь здобувача освіти правильна, але недостатньо повна, бездоказова. Здобувач освіти самостійно виправляє помилки, виявляє знайомство та розуміння основної бібліографії, однак зовсім не орієнтується у допоміжній літературі.

**Д (задовільно) – оцінка «задовільно»**

Базові знання та розуміння навчального матеріалу, виконання завдань з суттєвими недоліками або помилками. Здобувач освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача. У своїх міркуваннях опирається на повторення думок викладача або автора, не вміє навести власні приклади, не може відповісти на додаткові запитання. Здобувач освіти виявляє поверхове знайомство та розуміння лише основної бібліографії та зовсім не орієнтується у допоміжній літературі.

**Е (достатньо) – оцінка «задовільно»**

Знання та розуміння навчального матеріалу на рівні мінімальних вимог. Здобувач освіти бачить навчальну дисципліну як нагромадження випадкових і не пов'язаних між собою тем. У своїх міркуваннях не здатен аналізувати окрему тему дисципліни у контексті інших тем і виражати взаємозв'язок між ними, відповіді мають шаблонний характер і не відображають самостійного розуміння теми. Здобувач освіти поверхово орієнтується в основній бібліографії.

**ФХ (незадовільно) – оцінка «незадовільно»**

Здобувач освіти володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну його частину. Він спроможний висвітлити лише окремі питання, не вміючи їх аргументувати чи пояснити. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни відсутня. Його участь у навчальному процесі є пасивною, відповіді в більшості є невірними або дуже поверховими і обмежуються механічним засвоєнням програми навчальної дисципліни.

## 9. Рекомендована література

### Основна

1. Кіріс О.В.. Термогідродинамічні процеси. – Одеса, 2016.
2. Кіріс О.В. Теоретичні основи суднової енергетики: частина 1 Технічна термодинаміка. – Одеса, 2015.
3. Лісін В.В. Гідромеханіка. – Одеса, 2015.
4. Афтанюк В.В. Термогідродинамічні процеси (розділ Гідромеханіка) . – Одеса, 2017.
5. Кіріс О.В. Термогідродинамічні процеси. – Одеса, 2016.
6. Кіріс О.В. Термогідродинамічні процеси. – Одеса, 2018.
7. Кіріс О.В. Термогідродинамічні процеси. – Одеса, 2020.

8. Кіріс О.В. Основи термодинаміки, теплопередачі, гідромеханіки. – Одеса, 2020.
9. Автонюк В.В. Термогідродинамічні процеси. – Одеса, 2021.
10. Кіріс О.В. Гідромеханіка. – Одеса, 2010.
11. Автонюк В.В. Термогідродинамічні процеси. – Одеса, 2021.
12. Месіш В.В. Теплопередача. – Одеса, 2011.
13. Заблоцький Ю.В. Суднові парові котли. Тепловий баланс і розрахунок теплообміну у поверхнях нагрівання. – Одеса, 2017.
14. Биковець Н.П. Методичні вказівки для виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Термогідродинамічні процеси». – Ізмаїл, 2021. – 31с.
15. Биковець Н.П. Методичні рекомендації до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Термогідродинамічні процеси». – Ізмаїл, 2021. – 55с.
16. Ярмакі А.Х. Методичні вказівки для виконання практичних робіт розрахунків з навчальної дисципліни «Термогідродинамічні процеси» (термогідродинамічні процеси). – Ізмаїл, 2020 р. – 31с.

#### Допоміжна

1. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ» Політехніка, 2016. – 152 с. – URL: <https://app.box.com/s/jvz5rc6j9dck2xtfygi03zroap4v62ud>
2. Обертюх Р.Р. Теоретичні основи теплотехніки: Навч. посібник. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. - 165 с. – URL: <http://kekte.at.ua/Id/0/54.pdf>
3. Омельченко О.В., Перекрест В.В. Технічна термодинаміка: метод. рук. до вивч. дисц. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2019. – 66 с. – URL: [http://elibrary.donnuet.edu.ua/2005/1/MR\\_Tekhnichna%20termodynamika.pdf](http://elibrary.donnuet.edu.ua/2005/1/MR_Tekhnichna%20termodynamika.pdf)
4. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередачі: навчальний посібник. – 4-е изд., перероб. / Репринтне відтворення видання 1980 року - М.: ЕКОЛІТ, 2011. – 288 с. – URL: <http://www.nep-plus.ru/images/textbk/krasnoshekov.pdf>
5. Василенко І.А., Куманьов С.О., Півоваров О.А. Збірник задач та вправ для вивчення термодинамічних процесів: Навч. посіб. – Д.: Акцент ПП, 2014. – 249 с. – URL: [http://globalnauka.com/download/Termodynamika\\_Vasylenko.pdf](http://globalnauka.com/download/Termodynamika_Vasylenko.pdf)

#### 10. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. [https://drive.google.com/drive/folders/1IFGUI6WlhEbpNEHBxW\\_niw3poPA7g6l?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1IFGUI6WlhEbpNEHBxW_niw3poPA7g6l?usp=sharing) - конспект лекцій, методичні вказівки, контрольні питання та ін.
2. <https://msd.com.ua/misc/diagrammy-sostoyaniy-lgp-h-rabochix-veshhestv/> - діаграми станів lgp-h робочих речовин
3. <https://teplogidromash.ru/raznoe/plotnost-szhatogo-vozduha-v-zavisimosti-ot-davleniya-tablica.html> - таблиці теплотехнічних параметрів повітря
4. <https://dpva.ru/Guide/> - онлайн інженерний довідник

**11. Зміни та доповнення до робочої програми навчальної дисципліни**

Номер змін	Дата	Сторінки зі змінами	Перелік змінених пунктів