



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

Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)

Галузь знань: 27 - Транспорт

Спеціальність: 271 – Річковий та морський транспорт

Спеціалізація: 271.02 Управління судновими технічними системами  
і комплексами

Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»  
Кафедра інженерних дисциплін

2021 рік

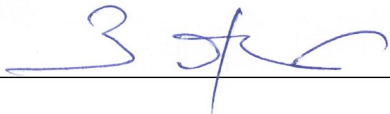
Робоча програма навчальної дисципліни « Термогідродинамічні процеси » розроблена відповідно до освітньо-професійної програми «Управління судновими технічними системами і комплексами».

Розробник: Биковець Наталя Петрівна – к.т.н., доцент кафедри інженерних дисциплін


Робочу програму схвалено на засіданні кафедри інженерних дисциплін

Протокол від «17» вересня 2021 р., № 2.

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» належить до професійних дисциплін, та включає основні дисципліни: «Технічна термодинаміка» «Гідромеханіка» та «Теплопередача».

Головною **метою вивчення дисципліни** є формування системи глибоких знань та умінь застосування законів гідромеханіки, теоретичних знань про термогідродинамічні процеси в ідеальному та реальному газах, засобів перетворення теплоти в роботу, механізмів, що передають теплоту в елементах СЕУ, що дає можливість прогнозувати ефективність експлуатації енергетичних установок суден та відбирати оптимальні шляхи її підвищення.

Метою дисципліни також є надання майбутнім спеціалістам фундаментальних основ для подальшого засвоєння матеріалу спеціальних дисциплін та для безпосередньої практичної діяльності на судах морського та річного транспорту.

**Мова навчання** – українська.

**Статус дисципліни** – відноситься до обов'язкової частини циклу професійної та практичної підготовки фахівця.

Передумовою для вивчення дисципліни «Термогідродинамічні процеси» є вивчення такої обов'язкової компоненти освітнього-професійної програми «Управління судновими технічними системами і комплексами» як «Фізика».

Навчальна дисципліна забезпечує реалізацію вимог наступних розділів Кодексу з підготовки і дипломування моряків та несення вахти 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 «Суднові механічні установки на рівні експлуатації»);
- Додаток 1 «Базові інженерні дисципліни»;
- Додаток 3 «Технічна термодинаміка»;
- Додаток 4 «Механіка»;
- 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 «Суднові механічні установки на рівні управління»).

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

**Компетентності:**

**Інтегральна компетентність:**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері суднової інженерії, що передбачає застосування теорій і методів наук про устрій судна, механічну та електричну інженерії, експлуатацію та ремонт засобів транспорту, управління ресурсами та характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

**Загальні компетентності:**

**ЗК 5.** Здатність приймати та реалізовувати обґрунтовані управлінські рішення в рамках прийнятного ризику

**ЗК 13.** Здатність до подальшого навчання

**Спеціальні (фахові) компетентності:**

**СК 13.** Критичне осмислення основних теорій, принципів, методів і понять сучасної морської інженерії

**СК 14.** Здатність збирати та інтерпретувати інформацію, обирати методи та інструментальні засоби, застосовувати інноваційні підходи для розв'язання складних професійних задач у сфері морської інженерії

**СК 15.** Здатність обґрунтовувати власну точку зору та висновки, використовуючи основні теорії та концепції у сфері морської інженерії

***Програмні результати навчання:***

**ПРН 1.** Знання та розуміння основних теорій, принципів, методів та понять, що лежать в основі термогідродинамічних процесів, механічної та електромеханічної інженерії

Кількість кредитів ЄКТС – 5 (на базі молодшого спеціаліста);

Форма підсумкового контролю – **екзамен.**

## **2. Заплановані результати навчання**

Успішне завершення програми навчальної дисципліни «Термогідродинамічні процеси» передбачає набуття здобувачем освіти наступних результатів навчання за навчальною дисципліною.

- знання основних понять, визначень і законів технічної термодинаміки;
- знання рівняння стану реальних газів та вміння використовувати таблиці і діаграми водяної пари;
- знання циклів паросилових установок, циклів двигунів внутрішнього згорання, циклів газотурбінних установок і реактивних двигунів, циклів холодильних установок і компресорів;
- вміння визначати роботу, швидкість і масової витрати газу чи пару;
- знання закономірностей визначення параметрів течії газу і пари в каналах змінного профілю Лавалю;
- знання властивостей рідин, диференціального рівняння рівноваги рідини (Ейлера), законів Паскаля та Архімеда;
- знання диференціального рівняння руху ідеальної рідини, рівняння Бернуллі для елементарної струминки; основного рівняння гідродинаміки;
- вміння виконувати гідравлічний розрахунок трубопровідних систем;
- знання характеристик процесів передачі теплоти (теплопровідність, конвекційний теплообмін, промістий теплообмін, складний теплообмін);
- вміння виконувати тепловий розрахунок теплообмінних апаратів.

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

| Назви розділів і тем   | Навчальне навантаження (години)       |          |                  |                    | Відповідність модельному курсу<br>Міжнародної морської<br>організації |
|--|---------------------------------------|----------|------------------|--------------------|---|
|  | Заочна форма навчання<br>(на базі МС) |          |                  |                    |   |
|  | кількість аудиторних<br>годин         | лекції   | Практичні роботи | Лабораторні роботи |   |
| <b>Розділ 1: Основні поняття, визначення і закони технічної термодинаміки</b>          |                                       |          |                  |                    |   |
| 1. Робоче тіло, перетворення теплоти в роботу у поршневих і ротативних двигунах        |                                       |          |                  |                    | ІМО 7.04<br>1.4.1.1   |
| 2. Основні закони реальних газів   | 0,5                                   | 0,5      |                  |                    | 1.4.1.2   |
| 3. Перший закон термодинаміки<br>Енергетичні характеристики<br>термодинамічних систем. | 3,5                                   | 0,5      | 1                | 2                  | 1.4.1.3<br>1.4.1.4<br>1.4.1.6   |
| 4. Дослідження термодинамічних процесів  | 1                                     | 0,5      | 0,5              |                    | 1.4.1.9   |
| 5. Другий закон термодинаміки  | 1                                     | 0,5      | 0,5              |                    | ІМО 7.02<br>1.2.1.1   |
| 6. Зміна ентропії у процесах   |                                       |          |                  |                    | 1.2.1.2<br>1.2.1.3  |
| <b>Разом за розділом 1</b>   | <b>6</b>                              | <b>2</b> | <b>2</b>         | <b>2</b>           |   |
| <b>Розділ 2: Водяна пара і реальні гази</b>  |                                       |          |                  |                    |   |
| 1. Рівняння стану реальних газів. Водяна пара.   | 1                                     | 0,5      | 0,5              |                    | ІМО 7.04<br>1.4.1.1   |
| 2. Процес пароутворення  | 1                                     | 0,5      | 0,5              |                    | 1.4.1.2   |
| 3. Таблиці і діаграми водяної пари   | 1                                     | 0,5      | 0,5              |                    | 1.4.1.3<br>1.4.1.4  |
| 4. Повітря   | 1                                     | 0,5      | 0,5              |                    | 1.4.1.6<br>1.4.1.9<br>ІМО 7.02<br>1.2.1.5                             |
| <b>Разом за розділом 2</b>   | <b>4</b>                              | <b>2</b> | <b>2</b>         |                    |   |
| <b>Розділ 3: Зразкові цикли теплових двигунів</b>                                      |                                       |          |                  |                    |   |
| 1. Цикли паросилових установок   | 0,5                                   | 0,5      |                  |                    | ІМО 7.04  |
| 2. Цикли двигунів внутрішнього згорання  | 1,5                                   | 0,5      | 1                |                    | 1.4.1.1   |
| 3. Цикли газотурбінних установок і реактивних двигунів                                 | 1                                     | 1        | 1                |                    | 1.4.1.2<br>1.4.1.3  |

|   |          |          |          |          |  |
|---|----------|----------|----------|----------|--|
| <b>Разом за розділом 3</b>  | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>2</b> |          | 1.4.1.4<br>1.4.1.6<br>1.4.1.9<br>IMO 7.02<br>1.2.1.4 |
| <b>Розділ 4: Цикли холодильних установок і компресори</b>               |          |          |          |          | 1.2.1.6  |
| 1. Холодильні установки морських суден                                  | 2        | 1        | 1        |          | IMO 7.04   |
| 2. Компресори   | 2        | 1        | 1        |          | 1.4.1.6<br>IMO 7.02<br>1.2.1.8<br>1.2.1.10           |
| <b>Разом за розділом 4</b>  | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>2</b> |          |  |
| <b>Розділ 5: Течія газів і парів</b>                                    |          |          |          |          |  |
| 1. Визначення роботи, швидкості і масового витрачення газу чи пару      | 0,5      | 0,5      |          |          | IMO 7.04<br>1.4.1.6                                  |
| 2. Течія газу і пари в каналах змінного профілю Лаваля.                 | 1,5      | 0,5      | 1        |          | 1.4.1.9<br>IMO 7.02                                  |
| 3. Ізохорне витікання та адіабатне витікання з тертям. Дроселювання     | 2        | 1        | 1        |          | 1.2.1.1<br>1.2.1.7<br>1.2.1.9                        |
| <b>Разом за розділом 5</b>  | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>2</b> |          |  |
| <b>Розділ 6: Гідростатика</b>   |          |          |          |          |  |
| 1. Рідини, їх фізичні властивості.                                      |          |          |          |          | IMO 7.04   |
| 2. Диференціальне рівняння рівноваги рідини (Ейлера)                    |          |          |          |          | 1.4.1.6<br>1.4.1.9                                   |
| 3. Епюри гідростатичного тиску. Сила тиску рідини.                      | 3        | 0,5      | 0,5      | 2        | IMO 7.02<br>1.2.2.12                                 |
| 4. Закон Паскаля. Закон Архімеда.                                       | 1        | 0,5      | 0,5      |          | 4.1.1.5<br>4.1.1.6<br>4.1.1.8<br>4.1.1.9<br>4.1.1.10 |
| <b>Разом за розділом 6</b>  | <b>4</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2</b> |  |
| <b>Розділ 7: Технічна гідродинаміка</b>                                 |          |          |          |          |  |
| 1. Диференціальні рівняння руху ідеальної рідини.                       |          |          |          |          | IMO 7.04   |
| 2. Рівняння Бернуллі для елементарної струминки.                        |          |          |          |          | 1.4.1.6<br>1.4.1.9                                   |
| 3. Основне рівняння гідродинаміки.                                      |          |          |          |          | 1.5.2.1<br>1.5.2.2                                   |
| 4. Втрати напору при ламінарному та турбулентному руху. Місцеві втрати. | 1        | 0,5      | 0,5      |          | 2.1.3.6<br>IMO 7.02                                  |
| 5. Витікання рідини крізь отвори і насадки.                             |          |          |          |          | 1.2.2.12   |
| 6. Гідрравлічний розрахунок трубопровідних систем.                      | 1        | 0,5      | 0,5      |          |  |
| <b>Разом за розділом 7</b>  | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>1</b> |          |  |

| <b>Розділ 8: Теплопередача</b>  |                 |           |           |          |  |
|---|-----------------|-----------|-----------|----------|--|
| 1. Характеристики процесів передачі теплоти. Теплопровідність.  |                 |           |           |          | ІМО 7.04<br>1.4.1.1<br>1.4.1.2<br>1.4.1.3<br>1.4.1.4<br>1.4.1.6<br>1.4.1.9 |
| 2. Конвекційний теплообмін. Теорія подібності.  |                 |           |           |          |  |
| 3. Теплообмін при вимушеному русі рідини.   |                 |           |           |          |  |
| 4. Теплообмін при вільному русі рідини.   | 1               | 0,5       | 0,5       |          |  |
| 5. Теплообмін при кипінні і конденсації.  | 3               | 0,5       | 0,5       | 2        |  |
| 6. Промінистий теплообмін.  |                 |           |           |          |  |
| 7. Складний теплообмін.   | 1               | 0,5       | 0,5       |          |  |
| 8. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів.  | 3               | 0,5       | 0,5       | 2        |  |
| 9. Масообмін.   |                 |           |           |          |  |
| <b>Разом за розділом 8</b>  | <b>8</b>        | <b>2</b>  | <b>2</b>  | <b>4</b> | ІМО 7.02<br>1.2.1.11   |
| <b>Всього аудиторних годин</b>  | <b>36</b>       | <b>14</b> | <b>14</b> | <b>8</b> |  |
| <b>Самостійна робота (години), з них на виконання індивідуального завдання (розрахунково-графічна робота)</b> | <b>114</b>      |           |           |          |  |
| <b>Загальний обсяг годин навчальної дисципліни</b>  | <b>20 (РГР)</b> |           |           |          |  |
|   | <b>150</b>      |           |           |          |  |

#### 4. Теми практичних занять

| № | Назва теми   | Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення, використання яких передбачає виконання практичних занять |
|---|--|--|
| 1 | <b>Основні поняття, визначення і закони технічної термодинаміки</b><br>«Перший закон термодинаміки»<br>Виконується розв'язання задач, пов'язаних з використанням першого закону термодинаміки. | Література [1-6],<br>калькулятор   |
| 2 | «Дослідження термодинамічних процесів».<br>Наводяться практичні приклади і розв'язуються задачі по ізобарному, ізохорному, ізотермічному і адіабатному процесам.                               | Література [1-6],<br>калькулятор, таблиці фізичних властивостей речовин  |
| 3 | «Другий закон термодинаміки»<br>Виконується розв'язання задач, пов'язаних з використанням другого закону термодинаміки.  | Література [1-6],<br>калькулятор   |
| 4 | <b>Водяна пара і реальні гази</b><br>«Рівняння стану реальних газів. Водяна пара».<br>Виконується розв'язання задач, пов'язаних з використанням стану реальних газів та водяної пари.          | Література [1-6],<br>калькулятор, таблиці та діаграми водяної пари   |
| 5 | «Таблиці і діаграми водяної пари».<br>Виконується розв'язання задач, пов'язаних з використанням таблиць і діаграм водяної пари.  | Література [1-6 ],<br>калькулятор, таблиці та діаграми водяної пари  |
| 6 | <b>Зразкові цикли теплових двигунів</b><br>Виконується розрахунок циклів Отто, Дизеля,   | Література [1-6],<br>калькулятор, таблиці  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    | Тринклера  | фізичних властивостей речовин   |
| 7  | <b>Гідростатика</b><br>Закон Паскаля. Закон Архімеда. Виконується розв'язання задач, пов'язаних з використанням закону Паскаля та закону Архімеда.                                       | Література [1-6 ], калькулятор  |
| 8  | <b>Технічна гідромеханіка</b><br>Гідравлічний розрахунок трубопровідних систем. Виконується розв'язання задач, пов'язаних з використанням гідравлічного розрахунку трубопровідних систем | Література [1-6 ], калькулятор  |
| 9  | <b>Теплопередача</b><br>«Конвекційний теплообмін. Теорія подібності»<br>Наводяться практичні приклади і розв'язуються задачі з конвекційного теплообміну та теорії подібності.           | Література [1-6 ], калькулятор, таблиці фізичних властивостей речовин |
| 10 | «Складний теплообмін»<br>Наводяться практичні приклади і розв'язуються задачі зі складного теплообміну   | Література [1-6 ], калькулятор, таблиці фізичних властивостей речовин |

### 5. Теми лабораторних занять

| № | Назва теми  | Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення, використання яких передбачає виконання практичних занять |
|---|---|--|
| 1 | Реальні гази та точка фазового переходу   | Комп'ютерна презентація, література [1-6 ], калькулятор, таблиці та діаграми водяної пари                              |
| 2 | Вимірювання гідростатичного тиску, експериментальне підтвердження основного рівняння гідростатики і закону Паскаля. | Комп'ютерна презентація, література [1-6 ], калькулятор, таблиці фізичних властивостей речовин                         |
| 3 | Вивчення теплообміннику типу «труба в трубі»  | Лабораторний навчальний стенд НТЦ-22.05.2Б «Теплотехніка рідини»   |
| 4 | Дослідження роботи теплообмінного апарату при паралельному току та протитоку  | Лабораторний навчальний стенд НТЦ-22.05.2Б «Теплотехніка рідини»   |

### 6. Завдання для самостійної роботи

Перелік видів самостійної роботи:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- детальне опрацювання матеріалу:

- 1) перший закон термодинаміки;
- 2) дослідження термодинамічних процесів;
- 3) другий закон термодинаміки;



- 4) рівняння стану реальних газів. водяна пара;
- 5) таблиці і діаграми водяної пари;
- 6) зразкові цикли теплових двигунів;
- 7) закон Паскаля. закон Архімеда;
- 8) гідравлічний розрахунок трубопровідних систем;
- 9) конвекційний теплообмін. Теорія подібності;
- 10) складний теплообмін.

- підготовка до практичних та лабораторних занять, а саме: розв'язувати задачі та проводити розрахунки лабораторних даних;
- виконання курсової роботи.

## 7. Індивідуальні завдання

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Види індивідуальних завдань  | Заочна форма навчання на базі молодшого спеціаліста  |
| Розрахунково-графічна робота | РГР включає завдання та задачі з наступних розділів дисципліни:<br>1) Технічна термодинаміка;<br>2) Технічна гідромеханіка;<br>3) Теплопередача. |

## 8. Методи контролю

Контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти здійснюється у вигляді поточного та семестрового контролю.

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

Форма семестрового контролю: **екзамен**. Екзамен – форма підсумкового контролю засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з навчальної дисципліни.

### Методи демонстрації результатів навчання за навчальною дисципліною

| № п/п | Результати навчання за навчальною дисципліною   | Методи демонстрації   | Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, які використовуються для демонстрації здобутих результатів навчання за навчальною дисципліною |
|-------|---|---|--|
| 1.    | Знання та визначення понять робоче тіло, тиск надмірний, вакуумний, атмосферний, абсолютний. Знання основних параметрів стану. Знання принципів перетворення теплоти в роботу в поршневих і ротативних двигунах.. | Усна відповідь на запитання теоретичного матеріалу; виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ]  |
| 2.    | Знання основних законів   | Усна відповідь на питання   | ілюстративні   |

| № п/п | Результати навчання за навчальною дисципліною   | Методи демонстрації   | Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, які використовуються для демонстрації здобутих результатів навчання за навчальною дисципліною |
|-------|---|---|--|
|       | ідеальних газів. Вивід рівняння стану. Визначення фізичного сенсу газової постійної. Знання першого закону термодинаміки, теплоємності, закон Майєра.   | теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи                           | матеріали, література [1-6 ]   |
| 3.    | Аналітичне визначення та фізичне зображення роботи. Внутрішня енергія. Ентальпія. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермний процес. Адіабатний процес. Політропний процес.   | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ]  |
| 4.    | Знання та розуміння другого закону термодинаміки, кругові процеси, цикл Карно, ентропія. Знання взаєморозташування основних процесів в T-s діаграмі.  | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ]  |
| 5.    | Знання та розуміння рівняння стану водяної пари. Види пари. Процес пароутворення в p-v діаграмі. Процес пароутворення в T-s діаграмі. Таблиці термодинамічних властивостей води і водяної пари. Діаграма h-s.   | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці та діаграми водяної пари  |
| 6.    | Знання основних термодинамічних циклів. Паровий цикл Карно. Цикл Ренкіна. Способи підвищення циклу Ренкіна. Цикл з подвійним перегрівом пара. Регенеративний цикл. Цикл Отто. Цикл Дизеля. Цикл Трінклера. Порівняння циклів ДВЗ. Цикл ГТУ і способи підвищення його. Цикл парокompresорної холодильної установки. Цикл | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці та діаграми водяної пари, таблиці фізичних властивостей речовин                               |

| № п/п | Результати навчання за навчальною дисципліною  | Методи демонстрації   | Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, які використовуються для демонстрації здобутих результатів навчання за навчальною дисципліною                                     |
|-------|--|---|--|
|       | одноступінчастого компресора. Схеми роботи і циклу трьохступеневого компресора.  |   |  |
| 7.    | Знання та визначення роботи витікання газу або пари. Визначення швидкості при закінченні. Визначення масової витрати при витіканні. Визначення форми струменя при витіканні. Критичне відношення тисків при витіканні. Витікання через коротке циліндричне сопло. Графіки швидкості, витрати і питомої обсягу при витіканні. Ізохорне витікання. Адіабатне витікання з тертям. Дроселювання. | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці та діаграми водяної пари, таблиці фізичних властивостей речовин   |
| 8.    | Знання та розуміння загальних характеристик процесів передачі теплоти. Теплопровідність. Закон Фур'є. Теплопровідність плоскої одношарової стінки. Теплопровідність плоскої багатошарової стінки. Теплопровідність одношарової циліндричної стінки. Теплопровідність багатошарової циліндричної стінки. Теплопровідність тіл довільної форми.  | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці та діаграми водяної пари, таблиці фізичних властивостей речовин   |
| 9.    | Тепловіддача. Закон Ньютона-Рихмана. Прикордонний шар. Тепловіддача між рідиною і стінкою. Теорія і теореми подібності. Основні критерії теплової подібності. Загальний вигляд критеріального рівняння конвективного теплообміну. Приклад визначення коефіцієнта тепловіддачі. Теплообмін при вимушеному русі рідини. Ламінарний і турбулентний режими.                                      | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці та діаграми водяної пари, таблиці фізичних властивостей речовин, лабораторний навчальний стенд НТЦ-22.05.2Б «Теплотехніка рідини» |

| № п/п | Результати навчання за навчальною дисципліною  | Методи демонстрації   | Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, які використовуються для демонстрації здобутих результатів навчання за навчальною дисципліною   |
|-------|--|---|--|
|       | Теплообмін при вільному русі.  |   |  |
| 10.   | Особливості теплообміну при кипінні рідин. Види променистих потоків. Закони теплового випромінювання. Променистий теплообмін між тілами. Екранування. Теплопередача через одношарову плоскопаралельную стінку. Теплопередача через багатшарову плоскопаралельную стінку. Теплопередача через одно- і багатшарову циліндричну стінку. Спрощені формули для розрахунку теплопередачі | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці фізичних властивостей речовин   |
| 11.   | Критичний діаметр ізоляції. Основні положення і рівняння теплового розрахунку теплообмінних апаратів. Визначення середнього температурного напору. Прямоток і протитечія.  | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці фізичних властивостей речовин, лабораторний навчальний стенд НТЦ-22.05.2Б «Теплотехніка рідини» |
| 12.   | В'язкість рідини, її види. Закон Ньютона, фізичний зміст його складових. Гідростатичний тиск і його властивості. Сили, що діють на рідину. Основні поняття гідростатики. Фізична інтерпретація членів основного рівняння гідростатики.   | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці та діаграми водяної пари, таблиці фізичних властивостей речовин                                 |
| 13.   | Епюри тиску на плоску стінку і криволінійну поверхню. Рівновага рідини в сполучених посудинах (приклади окремих випадків). Сила тиску рідини на плоскі фігури, центр тиску, гідростатичний парадокс. Закон Паскаля, його практичне   | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці фізичних властивостей речовин   |

| № п/п | Результати навчання за навчальною дисципліною  | Методи демонстрації   | Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, які використовуються для демонстрації здобутих результатів навчання за навчальною дисципліною |
|-------|--|---|--|
|       | застосування. Закон Архімеда. Остійність, плавучість, центр водотоннажності, метацентр, запас плавучості.  |   |  |
| 14.   | Рівняння нерозривності для елементарної цівки струму і потоку рідини. Рівняння Бернуллі для елементарної цівки ідеальної рідини. Фізичний сенс членів рівняння. Рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини. Практичне застосування рівняння Бернуллі. Витратомір Вентурі, гідростатична трубка Піто.   | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці фізичних властивостей речовин   |
| 15.   | Подоба гідродинамічних потоків. Критерії подібності. Режими руху рідини, число Рейнольдса, поняття прикордонного шару. Класифікація втрат напору. Втрати напору по довжині. Місцеві втрати напору, причини місцевих втрат потоку. Витікання рідини, основні поняття (тонка стінка, малий отвір, стислий перетин струменя, отвір з повним і неповним стисненням). | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці фізичних властивостей речовин   |
| 16.   | Класифікація трубопроводів, методика інженерних розрахунків. Паралельне і послідовне з'єднання трубопроводів. Розгалужений трубопровід. Розрахунок сифонів. Гідравлічний удар в трубопроводах.   | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист курсової роботи | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці фізичних властивостей речовин   |
| 17.   | Насоси (напір, витрата, висота всмоктування і нагнітання, втрати при всмоктуванні і нагнітанні. Потужність насоса (корисна потужність насоса, К.К.Д. насоса, споживана потужність насоса, номінальна   | Усна відповідь на питання теоретичного матеріалу; розв'язування задач, рішення яких було представлено на практичних заняттях, виконання та захист                 | ілюстративні матеріали, література [1-6 ], таблиці фізичних властивостей речовин   |

|       |  |                     |  |
|-------|--|---------------------|--|
| № п/п | Результати навчання за навчальною дисципліною  | Методи демонстрації | Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, які використовуються для демонстрації здобутих результатів навчання за навчальною дисципліною |
|       | потужність і потужність холостого ходу). Розрахунок потужності насосного агрегату. Пуск насоса, регулювання подачі насоса. Кавітація: основні поняття, усунення можливості виникнення. | курсової роботи     |  |

## 9. 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 | 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. Переконливо аргументує відповіді, відстоює власну позицію щодо питань, які розглядаються. Здобувач освіти добре знайомий з основною, а також додатковою літературою.

#### **B (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 виразити взаємозв'язок між ними, відповіді мають шаблонний характер і не відображають самостійного розуміння теми. Здобувач освіти поверхово орієнтується в основній бібліографії.

### **FX (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.

## **10. Рекомендована література**

### **Основна**

1. Кирис А.В., Гарагуля Б.А. Термогидродинамические процессы: учебник / А.В. Кирис, Б.А. Гарагуля. – Одесса: НУ «ОМА», 2016. – 287 с.
2. Гидромеханика [Текст]: Методические указания для выполнения лабораторных работ / Кирис А.В., Лисин В., - Одесса: ОНМА, 2010. – 25 с.
3. Лисин В.В. Основы теплоэнергетики [Текст]: учебное пособие. – Одесса: ОНМА, 2013. - 222 с.
4. Теоретические основы судовой энергетики. Ч.1. Техническая термодинамика учебник/А.В.Кирис, Б.А.Гарагуля.-Одесса: ОНМА, 2015.- 150 с.

5. Афтанюк В.В., Гарагуля Б.А. Термогідродинамічні процеси (розділ 2 «Гідромеханіка») [Текст]: методичні вказівки для самостійної роботи курсантів і студентів. – Одеса: НУ ОМА, 2017. - 62 с.
6. Термогідродинамічні процеси [Текст]: методичні вказівки для виконання курсової роботи / Укладачі: О.В. Кіріс, В.В. Афтанюк, Б.А. Гарагуля. – Одеса: НУ «ОМА», 2018. – 60 с.

#### ***Допоміжна***

1. Альтшуль А.Д. и др.. Гидравлика и аэродинамика М. Стройиздат, 1987.
2. Войткунский Я.И., Фаддев Ю.И., Федяевский К.Д. Гидромеханика. Изд. 2-е, перераб. И доп., Л., Судостроение, 1982.
3. Кіріс О.В., Лісін В.В. Гідромеханіка. Навчальний посібник. Одеса, видавничій центр ОНМА, 2008, - 110 с.
4. Кирис А.В., Лисин В.В. Газодинамика. Учебное пособие. Одесса, Издательский центр ОНМА, 2007, - 92 с.
5. Базаров И.П. Термодинамика: Учебник для вузов., М., Высшая школа, 1991. – 376 с.
6. Кирис А.В., Лисин В.В. Термодинамика и теплотехника: Учебное пособие.- В 2ч. Ч.1: Термодинамика.- Одесса: ОНМА, 2005.- 96с.
7. Кирис А.В., Лисин В.В. Термодинамика и теплотехника: Учебное пособие.- В 2ч. Ч.2: Теплопередача.- Одесса: ОНМА, 2007.- 52с.
8. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи: учебное пособие для вузов. М.: Энергия, 1973. - 320 с.

#### **11. Інформаційні ресурси в Інтернеті**

Допускається використання будь-яких відкритих інтернет-ресурсів за тематикою дисципліни.

1. Михеев, М.А. Основы теплопередачи: учебник / М.А. Михеев. – Изд. 2-е, перераб. – Москва; Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1949. – 396 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255677> . – ISBN 978-5-4475-1502-7. – Текст: электронный.
2. Беляев Н. М. Основы теплопередачи / Н. М. Беляев. – Киев: Высшая школа, 1989. – 342 с. <https://lectures.7mile.net/teplomasoobmin/>
3. Задачник по технической термодинамике и теории теплообмена / Под ред. В. И. Крутова. – М. : Высшая школа, 1986. – 348 с. <https://lectures.7mile.net/teplomasoobmin/>