

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Одеський національний технологічний університет

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Термо,-гідро, -газодинаміка та теплотехніка

Обов'язкова навчальна дисципліна

Мова навчання - українська

Освітньо-професійна програма Штучний інтелект та автоматизація
робототехнічних систем

Код та найменування спеціальності 151 Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології

Шифр та найменування галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування

Ступінь вищої освіти бакалавр

Розглянуто, схвалено та затверджено
Методичною радою університету

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики Одеського національного технологічного університету

РОЗРОБНИК (розробники): Волчок В.О., доцент кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, кандидат технічних наук

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики

Протокол від «03» травня 2022 р. № 7

Завідувач кафедри _____ Олександр ТІТЛОВ
(підпис)

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування

Голова ради _____ Віктор ХОБІН
(підпис)

Гарант освітньої програми _____ Іван СВІТИЙ
(підпис)

Розглянуто та схвалено Методичною радою університету
Протокол від «__» _____ 20__ р. №__

Секретар Методичної ради університету _____ Валерій МУРАХОВСЬКИЙ
(підпис) Ім'я, ПРИЗВИЩЕ

ЗМІСТ

1	Пояснювальна записка.....	4
1.1	Мета та завдання навчальної дисципліни	4
1.2	Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти.....	4
1.3	Міждисциплінарні зв'язки.....	6
1.4	Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС.....	6
2	Зміст навчальної дисципліни.....	6
2.1	Програма змістових модулів.....	6
2.2	Перелік лабораторних робіт.....	8
2.3	Перелік завдань до самостійної роботи.....	8
3	Критерії оцінювання результатів навчання.....	9
4	Інформаційні ресурси.....	9

1. Пояснювальна записка

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Термо,-гідро, -газодинаміка та теплотехніка» є сприяння виробленню у здобувачів вищої освіти теоретичних основ методів отримання, перетворення, передачі і використання теплової енергії, засвоєння основних положень термо,-гідро, газодинаміки, вивчення схем і складу пневмоприводів та принципів роботи струминної пневмоавтоматики, а також принципи дії і конструктивних особливостей теплових двигунів, холодильних установок та теплообмінних апаратів.

Завданням дисципліни є засвоєння фундаментальних понять термодинаміки (параметри і функції стану, термодинамічні процеси, робота, теплота, теплоємність), вивчення законів рівноваги і прямивання рідини і методів, що дозволяють їх використовувати в інженерній практиці.

В результаті вивчення курсу «Термо,-гідро, -газодинаміка та теплотехніка» студенти повинні **знати**:

- основні закони гідростатики і гідро,-газодинаміки;
- кінематичні характеристики і рівняння нерозривності потоку, рівняння Ейлера і Бернуллі;
- принципові схеми і області застосування пневмоприводів і пневмоавтоматики;
- принципи отримання, перетворення, передачі і використання теплоти;
- принцип дії теплових двигунів і холодильних машин і методів оцінки їх енергетичної ефективності;
- закономірності теплообміну теплопровідністю, конвекцією та випромінюванням;

вміти:

- вирішувати інженерні задачі за допомогою рівняння витрати і рівняння нерозривності;
- розв'язувати основні завдання при проектуванні простих та складних гідравлічних мереж;
- визначати витрати потоку при витіканні через отвори і насадки;
- аналізувати, виконувати теплові розрахунки процесів, які перебігають в теплотехнічному обладнанні та холодильному устаткуванні;
- формулювати завдання на проектування і створення нових, більш прогресивних апаратів для про мисловості.

1.2. Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Термо,-гідро, -газодинаміка та теплотехніка» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології](#) та [освітньо-професійній програмі «Штучний інтелект та автоматизація робототехнічних систем»](#) підготовки бакалаврів.

Загальні компетентності:

- ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК 5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 8. Здатність працювати в команді.
- ЗК 10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- ФК 2. Здатність застосовувати знання з загальної фізики, хімії, теплотехніки, гідравліки, технологічних процесів та обладнання галузі, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.
- ФК 3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються; вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.
- ФК 5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, 'призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.
- ФК 8. Здатність виконувати роботи з проектування систем автоматизації, мати знання зі змісту і правил оформлення проектних матеріалів, складу та послідовності виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно- правових документів та міжнародних стандартів.
- ФК 10. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

Програмні результати навчання:

- ПР 2. Знати фундаментальні, природничі і інженерні дисципліни, зокрема фізику, хімію, теплотехніку, гідравліку, технологічні процеси та обладнання галузі, електротехніку, електроніку та схемотехніку і мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.
- ПР 4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.
- ПР 7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПР 8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПР 15. Володіти та застосовувати знання української та іноземної мови для формування ділових паперів і спілкування у професійній діяльності.

1.3. Міждисциплінарні зв'язки

Попередні – вища математика, фізика, хімія, комп'ютерні технології та програмування.

1.4. Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС

Навчальна дисципліна викладається на 1 курсі у 2 семестрі для денної та заочної форм навчання

Кількість кредитів ECTS - 3, годин - 90

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	44	26	18	-
заочна	10	4	6	-
Самостійна робота, годин	Денна - 46		Заочна - 80	

2. Зміст навчальної дисципліни

2.1. Програма змістовних модулів

Змістовний модуль 1. Теплотехніка. Теорія теплообміну.

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Основні поняття і вихідні положення термодинаміки. Порядок контролю, література. Робоче тіло, параметри стану. Рівняння стану. Теплота, робота. Термодинамічний процес. Перший закон термодинаміки. Теплоємність. Внутрішня енергія. Ентальпія. Ентропія. P-V та T-S діаграми. Основні термодинамічні процеси.	2	
2	Другий закон термодинаміки. Прямі і зворотні цикли і їх призначення. Формулювання другого закону термодинаміки. Цикл Карно.	2	
3	Основні термодинамічні процеси у газах та парах і їх сумішах. Термодинамічні процеси у реальних газах та парі. Рівняння стану. Процеси пароутворення в P - V, T- S та H-S діаграмах. Розрахунок термодинамічних процесів водяної пари. Цикли паросилових установок (ПСУ).	2	1
4	Основи теорії теплообміну. Основні поняття та визначення. Способи переносу теплоти. Теплопровідність. Закон теплопровідності. Умови однозначності. Теплопровідність при стаціонарному режимі одношарової і багатошарової плоскої і циліндричної стінки, граничні умови першого і третього роду. Інтенсифікація теплопередачі.	1	
5	Конвекційний теплообмін. Конвекційний теплообмін. Рівняння	1	

	Ньютона-Ріхмана. Теорія теплової подібності. Теореми подібності. Тепловіддача при вільній і вимушеній конвекції при різних режимах руху. Теплообмін при зміні агрегатного стану. Тепловіддача при конденсації та кипінні. Теплообмін випромінюванням. Закони теплового випромінювання.		
6	Основи розрахунку теплообмінних апаратів. Призначення теплообмінників. Класифікація. Конструкції теплообмінників. Схеми руху теплоносіїв, температурний напір. Рівняння теплового балансу і теплопередачі для розрахунку теплообмінників. Алгоритм конструктивного і перевірного розрахунків теплообмінних апаратів.	2	
7	Паливо. Теплота згоряння палива. Тепловий баланс котельного агрегату. Теплопостачання харчових підприємств. Двигуни внутрішнього згоряння. Парові і газові турбіни.	2	
8	Використання та отримання штучного холоду. Фізичні способи отримання штучного холоду. Робочі речовини холодильних машин та їх термодинамічні властивості. Схеми та цикли парових компресорних холодильних машин. Зворотний цикл Карно. Холодопродуктивність. Схеми та цикли одноступінчастих компресорних холодильних машин. Автоматичне регулювання температури і тиску в холодильних машинах. Терморегулюючі пристрої.	2	1

Змістовний модуль 2. Термо,-гідро, -газодинаміка.

№ теми	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Фізичні властивості і моделі рідини. Сили, які діють на рідину. Гідростатичний тиск і його властивості. Основне рівняння гідростатики і закон Паскаля. Відносний спокій рідини. Гідростатичний тиск на плоску і циліндричну поверхню. Рівновага тіл, які занурені у рідину і закон Архімеда.	2	
2	Види руху і кінематичні характеристики рідини. Рівняння нерозривності. Диференціальні рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння Бернуллі для ідеальної і реальної рідини. Рівняння Ейлера.	2	1
3	Режими руху рідини. Число Рейнольдса. Місцеві опори. Види місцевих опорів. Втрати напору на тертя.	2	
4	Витікання рідини. Витікання рідини через отвори і насадки. Модулювання гідравлічних явищ. Насосна установка і її характеристика. Основні показники і головна характеристика відцентрового насоса.	2	
5	Три типи задач при розрахунках простих і складних трубопроводних мереж. Гідравлічний розрахунок коротких і довгих трубопроводів.	2	
6	Пневмо-, гідроприводи і приклади їх застосування. Регулювання гідроприводів зворотно-поступального руху. Гідромотори. Види і схеми гідроприводів.	2	1
Разом з дисципліни		26	4

2.2. Перелік лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Дослідження ізохорного процесу	2	
2	Визначення теплоємності повітря при атмосферному тиску	2	2
3	Визначення термодинамічних властивостей води і та водяної пари	2	
4	Тепловіддача труби при вільному русі повітря	2	2
5	Дослідження холодопродуктивності холодильної машини в залежності від умов її роботи	2	
6	Дослідження режимів руху рідини у трубопроводі	2	2
7	Визначення коефіцієнту гідравлічного опору за довжиною трубопровода	2	
8	Визначення коефіцієнту витікання рідини через отвори і насадки при постійному напорі	2	
9	Випробування відцентрового насоса і побудова характеристики	2	
	Всього	18	6

2.3. Перелік завдань до самостійної роботи

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Зміна ентропії у нерівноважних процесах.	3	6
2.	Суміші газів. Дроселювання газів і парів.	4	6
3.	Вологе повітря. Кондиціонування повітря.	4	7
4.	Перерахунки складу палива. Кількість повітря, яка необхідна для спалювання палива.	4	6
5.	Об'єми і ентальпії повітря. Об'єми і ентальпії продуктів згоряння.	4	7
6.	Тепловий баланс топки. Розрахунок конвекційних поверхонь нагріву котельного агрегату.	4	7
7.	Класифікація компресорів. Холодопродуктивність компресора. Теплообмінні апарати холодильних машин.	4	7
8.	Цикл абсорбційної холодильної машини.	4	7
9.	Гідравлічний удар у трубопроводах. Методи запобігання.	3	6
10.	Методи регулювання роботи насоса. Небезпека кавітації.	4	7
11.	Схема і принцип дії поршневих і плунжерних насосів простої і подвійної дії.	4	7
12.	Дросельне та об'ємне регулювання швидкості гідродвигуна.	4	7
	Всього	46	80

3. Критерії оцінювання результатів навчання

Види контролю: поточний, підсумковий – екзамен

Нарахування балів за виконання змістового модуля

Вид роботи, що підлягає контролю	Оцінні бали		Форма навчання					
			денна			заочна		
	<i>min</i>	<i>max</i>	К-ть робіт	Сумарні бали		К-ть робіт	Сумарні бали	
				<i>min</i>	<i>max</i>		<i>min</i>	<i>max</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 1. Теплотехніка. Теорія теплообміну.								
Виконання лабораторних робіт	1	2	5	5	10	2	2	4
Опрацювання тем, не винесених на лекції	2	3	5	10	15	7	14	21
Підготовка до лабораторних занять	1	2	5	5	10	2	2	4
Виконання індивідуальних завдань	10/15	12/21	1	10	15	1	12	21
Проміжна сума				30	50		30	50
Поточний контроль (тестовий)	30	50		30	50		30	50
Оцінка за змістовий модуль 1				60	100		60	100
Змістовий модуль 2. Термо,-гідро, -газодинаміка.								
Виконання лабораторних робіт	1	2	4	4	8	1	1	2
Опрацювання тем, не винесених на лекції	2	3	6	10	15	6	12	18
Підготовка до лабораторних занять	1	2	4	4	8	1	1	2
Виконання індивідуальних завдань	12/19	16/28	1	12	19	1	16	28
Проміжна сума				30	50		30	50
Модульний контроль (тестовий)	30	50		30	50		30	50
Оцінка за змістовий модуль 1				60	100		60	100

4. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Теплохолодотехніка [Текст] : навч. посіб.
/ С. М. Василенко, В. І. Павелко, А. В. Форсюк та ін. ; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : Ліра-К, 2019. — 258 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAH.T.1625076>

2. Термодинаміка, теплопередача і теплосилові установки [Електронний ресурс] : метод. вказ. до практ. занять та самост. роботи. Ч. 1 / Н. В. Волгушева ; Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2017. — Електрон. текст. дані: 111 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.58011>

3. Методи аналізу ефективності теплоенергетичних систем [Електронний ресурс] : консп. лекцій: для студентів спеціальності 144 "Теплоенергетика" / О. Я. Хлієва. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — Електрон. текст. дані: 80 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAH.T.1445191>

4. Гідравліка [Електронний ресурс] : метод. вказ. до викон. практ., індивідуальних та самост. завдань / І. Л. Бошкова, Е. І. Альтман ; Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2016. — 146 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.58035>

5. Гідравліка [Електронний ресурс] : консп. лекцій / Е. І. Альтман, І. Л. Бошкова ; Одеська нац. акад. харчових технологій. — Одеса : ОНАХТ, 2016. — 85 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.58032>

6. Технічна термодинаміка і теплообмін [Текст] : підручник / О. А. Вассерман, О. Г. Слинько. — Одеса : Фенікс, 2019. — 496 с.

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAH.T.1596075>

Додаткові:

1. Теплотехніка [Текст]: підручник / Б. Х. Драганов, А. А. Долінський, А. В. Міщенко, Є. М. Письменний ; за ред. Б.Х. Драганова. — Київ: ІНКОС, 2005. — 504 с.: іл. — (Енергетика). <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.44518>

2. Теплотехніка [Текст] : учебник / А. П. Баскаков, Б. В. Берг, О. К. Витт и др.; под. ред. А.П. Баскакова. — 2-е изд., перераб. — М. : Энергоатомиздат, 1991. — 224 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAH.T-cn.v.BibRecord.32471>

3. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу «Теплосилове господарство». — О.: ОНАХТ, 2018. — 22 с.

4. Конспект лекцій з курсу «Теплосилове господарство». Укладач Волчок В.О. — О.: ОНАХТ, 2017. — 84 с. <http://moodle.ontu.edu.ua/course/view.php?id=180>

5. Методичні вказівки до самостійної роботи для виконання розрахунково-графічного завдання з курсу «Теплосилове господарство». – О.: ОНАХТ, 2018. – 35 с. <http://moodle.ontu.edu.ua/course/view.php?id=180>
6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Теплосилове господарство». – О.: ОНАХТ, 2019. – 30 с. <http://moodle.ontu.edu.ua/course/view.php?id=180>
7. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну [Текст] : навч. посіб. / С. М. Константинов, Р. В. Луцик ; Нац. техн. ун-т "Київський політехнічний інститут". — Київ : Освіта України, 2009. — 544 с. : іл. + діагр.
<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT-cnv.BibRecord.58648>
8. Константинов С.М., Луцик Р.В. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну [Текст] : Навч. посіб. – К : Освіта України, 2009. – 544 с.
9. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Теплохолодотехніка та альтернативні джерела енергії" [Електронний ресурс] : для студентів напряму підгот. 6.051701 "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навчання / О. Б. Василів, О. С. Тітлов, Д. С. Тюхай та ін. ; відп. за вип. О. С. Тітлов ; Каф. теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв. — Одеса : ОНАХТ, 2016. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): 63 с. тексту.
<http://192.168.1.1/metmats/cd-1454/cd-1454.pdf>
10. Методичні вказівки до виконання РГЗ "Розрахунок теплообмінного апарата" з курсу "Теплотехніка" [Електронний ресурс]: для студентів проф. 6.051701, 6,040106, 6050502 ден. форми навчання / М. І. Лапардін ; відп. за вип. О. С. Тітлов ; Каф. теплохолодотехніки. — Одеса : ОНАХТ, 2009. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): 20 с. тексту.
<http://192.168.1.1/metmats/cd-103/cd-103.pdf>
11. Методичні вказівки та контрольні завдання з курсу "Холодильне обладнання" [Електронний ресурс] : для студентів проф. напряму 6.090200 ден. та заоч.форм навчання / С. Ф. Горикін, О. С. Тітлов ; відп. за вип. О. С. Тітлов ; Каф. теп-лохолодотехніки. — Одеса : ОНАХТ, 2009. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): 31 с. тексту.
<http://192.168.1.1/metmats/cd-204/cd-204.pdf>
12. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості [Текст] : навч. посіб. / О. С. Тітлов, С. Ф. Горикін. — Львів : Новий Світ-2000, 2012. — 286 с. : табл., рис. — (Вища освіта в Україні). — Бібліогр.: с. 219.
http://192.168.1.1/metmats/annotacii/Titlov_Gorikin/Titlov_Gorikin.pdf
13. <http://www.liveinternet.ru/click>
14. <http://www.tehnovkus.ru/catalog/g36.ntm>
15. <http://www.impex.kr.ua/products/ovens>