



# ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНІКА

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i>3 години на тиждент (1 година лекційних та 2 години практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., Гулієнко Сергій Валерійович, <a href="mailto:sergiigulienko@gmail.com">sergiigulienko@gmail.com</a>, +38504488173</i> Практичні: <i>к.т.н., Гулієнко Сергій Валерійович, <a href="mailto:sergiigulienko@gmail.com">sergiigulienko@gmail.com</a>, +38504488173</i> Лабораторні: <i>не передбачено навчальним планом</i>
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Газова, нафтова та хімічна промисловість є одними з найбільших споживачів штучного холоду. У зв'язку з цим обґрунтований вибір продуктивності та режимних параметрів, а також системних рішень холодильних станцій має велике значення.*

*Технологічні особливості підприємств нафтової, газової та хімічної промисловості зумовлюють специфіку холодильного обладнання: холодильні машини повинні мати велику продуктивність високий рівень надійності, автоматичну підтримку заданих параметрів, включаючи регулювання продуктивності, значний ресурс роботи, використання енергетичних ресурсів виробництва, в тому числі низькопотенціальних, застосування недорогих робочих речовин, особливо основних та побічних продуктів виробництва.*

*У курсі розглядаються методи отримання низьких температур, принципи побудови, цикли та принципіві схеми парових одно- і багатоступінчастих холодильних машин помірнього охолодження, цикли та принципіві схеми каскадних холодильних машин помірнього охолодження, цикли та схеми тепловикористовуючих холодильних машин.*

*Після засвоєнні кредитного модуля набуваються такі компетенції:*

*- Здійснювати вибір і розрахунок типового устаткування і технологічних схем для систем охолодження.*

- Здійснювати побудову алгоритмів розрахунку холодильної техніки за вибраними моделями процесів, користуватися сучасними комп'ютерними програмами для моделювання роботи холодильної техніки.

- Вибирати режими роботи, конструктивні розміри устаткування та систем тепло або холодозабезпечення.

- Здійснювати конструктивну розробку устаткування.

- Здійснювати комплексне експериментальне дослідження устаткування для отримання штучного холоду.

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань, а саме:

- Легко орієнтуватися у можливостях існуючого холодильного обладнання, знаходити раціональні параметри для його роботи з врахуванням енергоощадних технологій, готувати проекти для нової та модернізації існуючої холодильної техніки.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Освітній компонент «Холодильна техніка» є вибіркоким.

Вимоги до початку вивчення включають базові знання, що отримуються протягом перших двох курсів підготовки, зокрема знання з розділу фізики термодинаміка, математики, освоєння дисципліни «Процеси та обладнання хімічних технологій»

Вивчення дисципліни буде корисним при засвоєнні матеріалу таких дисциплін як «Процеси та обладнання хімічної технології», «Дипломне проектування», а також сприятиме кращому засвоєнню вибіркоких дисциплін, таких як «Процеси масової кристалізації в динамічних дисперсних системах», «Масообмін при розчиненні твердих матеріалів», «Основи мембранної технології».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Тема 1.** Теоретичні основи отримання помірною холоду.

**Тема 2.** Помірне охолодження. Парокомпресійні холодильні машини.

**Тема 3.** Багатоступінчасті та каскадні холодильні машини.

**Тема 4.** Тепловикористовуючі холодильні машини.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Холодильна техніка. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. В. Гулієнко, О. В. Гусарова. - Електронні текстові дані (1 файл: 6.83 Мбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. - 148 с. - Назва з екрана. URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/54673>
2. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підручню у 2 ч. Ч. 1. / Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 300 с. – Бібліогру: с. 298-299.

3. Ракицький В.Л., Петров В.В. Теоретичні основи холодильної техніки. Методичні вказівки для розв'язання задач з курсу «Теоретичні основи холодильної техніки» для студентів спеціальності 6.090200 – інженерна механіка. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 47 с.
4. Ракицький В.Л., Петров В.В. Теоретичні основи холодильної техніки. Термодинамічні властивості робочих речовин: Довідник. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 56 с.
5. Perry's Chemical Engineers' Handbook. New York: McGraw-Hill, 1997.

**Додаткова література:**

1. Wang, Shan K. (2000) Handbook of air conditioning and refrigeration / Shan K. Wang – 2<sup>nd</sup> ed. New York, McGraw-Hill.
2. Smith, J. M., van Ness, H. C. (2018). Introduction to chemical engineering thermodynamics. New York, McGraw-Hill.
3. Dahm K. D., Visco D. P. (2015). Fundamentals of Chemical Engineering Thermodynamics. Stamford, Cengage Learning
4. International Journal of Refrigeration - <https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-refrigeration>
5. Applied Thermal Engineering - <https://www.sciencedirect.com/journal/applied-thermal-engineering>
6. Energies - <https://www.mdpi.com/journal/energies>

**(Навчальний контент)**

**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**Лекційні заняття**

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Холодильна техніка», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області мембранної технології;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітко і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів досліджень;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1	Лекція 1. Термодинамічні основи отримання штучного холоду Література: [1, 4]
2	Лекція 2. Методи отримання низьких температур. Література [1-4]
3	Лекція 3. Штучне охолодження. Принцип роботи холодильних машин. Література [1-4]
4	Лекція 4. Одноступінчасті холодильні машини Література [1-4]
5	Лекція 5. Двоступінчасті холодильні машини.

	<i>Література [1-4]</i>
6	<i>Лекція 6. Треступінчасті холодильні машини. Література [1-4]</i>
7	<i>Лекція 7. Каскадні холодильні машини. Література [1-4]</i>
8	<i>Лекція 8. Абсорбційні холодильні машини. Література [1-4]</i>
9	<i>Лекція 9. Ежекторні холодильні машини Література [1-4]</i>

### **Практичні заняття**

*Основні завдання циклу практичних занять:*

- *допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру;*
- *навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;*
- *навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою;*
- *формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.*

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)</b>	<b>Годин</b>
1-2	<i>Розрахунок одноступінчастої парокомпресійної холодильної машини з використанням термодинамічних таблиць</i>	4
3-4	<i>Розрахунок одноступінчастої парокомпресійної холодильної машини з використанням T-s діаграми</i>	4
5-6	<i>Розрахунок одноступінчастої парокомпресійної холодильної машини з використанням h-p діаграми</i>	4
7-8	<i>Розрахунок двоступінчастої парокомпресійної холодильної машини з використанням T-s діаграми (вибір проміжного тиску з умови мінімальної сумарної роботи компресора)</i>	4
9-10	<i>Розрахунок двоступінчастої парокомпресійної холодильної машини з використанням h-p діаграми (вибір проміжного тиску з умови мінімальної сумарної роботи компресора)</i>	4
11-12	<i>Розрахунок двоступінчастої парокомпресійної холодильної машини з використанням T-s діаграми (вибір проміжного тиску з умови максимальної сумарної роботи компресора)</i>	4
13-14	<i>Розрахунок трьохступінчастої парокомпресійної холодильної машини з використанням T-s діаграми</i>	4
15-16	<i>Розрахунок трьохступінчастої парокомпресійної холодильної машини з використанням T-s діаграми</i>	4
17	<i>Модульна контрольна робота</i>	2
18	<i>Залік</i>	2
	<i>Разом</i>	36

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 55 % часу вивчення освітнього компоненту, включаючи і підготовку до заліку, модульної контрольної роботи та підготовки реферату. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань з курсу, що не увійшли в перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися аналізувати сучасні методи охолодження, що використовуються в хімічній інженерії.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Отримання холоду за допомогою вихрового ефекту та термоелектричного ефекту. Література [1, 4, 1 доп]	6
2	Необоротні втрати в зворотних циклах. Ексергетичний аналіз Література [1, 4, 1 доп]	6
3	Сучасні робочі речовини холодильних машин Література [1, 4, 1 доп]	6
4	Газові холодильні машини Література [1]	6
5	Підготовка до лекцій	14
6	Підготовка до практичних занять	16
7	Підготовка до МКР	6
8	Підготовка до заліку	6
	Разом	66

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом. При розв'язанні задач на практичних заняттях студенти можуть користуватися будь-якими джерелами інформації та засобами обчислень. Всі завдання виконуються індивідуально.

#### Правила захисту індивідуальних завдань

Навчальним планом передбачено індивідуальне заняття у розрахунково-графічній роботі роботи. Розрахункова робота є розрахунком циклу холодильної машини за стандартною методикою [3, 4] з побудовою термічної діаграми циклу обґрунтуванням вибраної методики та аналізом результатів розрахунків.

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:

Але їхня сума не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

### **Політика дедлайнів та перескладань**

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

### **Політика академічної доброчесності**

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань за використання друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здачі екзамену за іншого аспіранта; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

### **Політика академічної поведінки і етики**

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

1. Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання 8 задач на практичних робіт
- модульної контрольної роботи
- виконання РГР

Семестровим контролем є залік.

2. Критерії нарахування балів:

2.1 Виконання практичних робіт:

- відмінне виконання роботи, вільне володіння матеріалом на захисті – 7-8 балів
- добрий рівень виконання, правильні відповіді при захисті роботи – 4-6 балів.
- достатній рівень виконання роботи, наявність незначних неточностей у відповіді – 2-3 балів
- погана якість виконання роботи, незнання теоретичного матеріалу – 0.

2.2 Модульна контрольна робота:

- «відмінно», понад 95% правильних відповідей на тестові завдання – 16 балів
- «добре», 75-95% правильних відповідей – 12-15 балів
- «задовільно», 60-74% правильних відповідей – 8-10 балів.
- «незадовільно», невірна відповідь – 0 балів

2.3 Розрахунково-графічна робота

- відмінне виконання роботи, вільне володіння матеріалом на захисті – 20 балів
- добрий рівень виконання, правильні відповіді при захисті роботи – 16-19 балів.
- достатній рівень виконання роботи, наявність незначних неточностей у відповіді – 10-15 балів

- погана якість виконання роботи, незнання теоретичного матеріалу – 0.

Залік виставляється за результатами роботи в семестрі.

Студент, який у семестрі отримав не менш ніж 60 балів, може прийняти участь у заліковій роботі для отримання більш високого балу. У цьому разі, бали, отримані ним на контрольній роботі з додаванням 50% від балів отриманих в семестрі є остаточними.

Залікова контрольна робота (у разі необхідності) оцінюється із 70 балів. Контрольне завдання складається двох теоретичних завдань.

Кожне завдання оцінюється з 35 балів за такими критеріями:

- відмінне виконання завдання, вільне володіння матеріалом на захисті – 32-34 бали.
- добрий рівень виконання, правильні відповіді на питання при захисті завдання – 25-30 балів.
- достатній рівень виконання завдання, наявність незначних неточностей у відповідях – 20-22 балів.
- погана якість виконання роботи, незнання теоретичного матеріалу – 0 балів.

Умовою першої атестації є отримання не менше 20 балів та виконання 50% практичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 36 балів та виконання 75% практичних робіт (на час атестації).

Сума отриманих студентом балів переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

[www.ci.kpi.ua](http://www.ci.kpi.ua)

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент каф. МАХНВ, к.т.н., доц. Сергій ГУЛІЄНКО

Ухвалено кафедрою МАХНВ (протокол № 20 від 20.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №11 від 28.06.2024)