Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет

«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра** аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

_____ П. Г. Гакал

(підпис) (ініціали та прізвище)

«_31___» __08_____ 2026 р.

# СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

# Системи забезпечення теплового режиму (КП)

(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** G Інженерія, виробництво та будівництво

(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією). G4.02 Теплоенергетика

(код та найменування спеціальності)

**Освітня програма:** Інжиніринг та експлуатація теплоенергетичних систем

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти**: другий (магістерський)

**Силабус введено в дію з 01.09.2026 року**

**Харків – 2026 р.**

Розробник: Проф. каф. 205, д-р техн. наук, проф. Павло ГАКАЛ _____
(посада, науковий ступінь і вчене звання ім'я та прізвище) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

Протокол № 1 від «24» серпня 2026 р.

В. о. зав. кафедри канд. техн. наук, доцент _____ Костянтин ЄПІФАНОВ
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____ Микола ГУМАНОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

## 1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Гакал Павло Григорович.

Посада: професор каф. аерокосмічної теплотехніки.

Науковий ступінь: д-р техн. наук.

Вчене звання: професор.

Перелік дисциплін, які викладає:

- моделювання та розрахунок процесів в енергетичних системах;
- системи забезпечення теплового режиму.

Напрями наукових досліджень: інженерний синтез теплоенергетичних систем об'єктів аерокосмічної техніки.

Контактна інформація: +38 (097) 441-85-78, p.gakal@khai.edu

## 2. Опис навчальної дисципліни

| | |
|---|---|
| Форма здобуття освіти | Денна |
| Семестр | 2 |
| Мова викладання | Українська |
| Тип дисципліни | Обов'язкова |
| Обсяг дисципліни | 2 кредити ЄКТС/60 годин (32 аудиторних, з яких: практичні – 32; СРЗ – 28). |
| Види навчальної діяльності | Практичні заняття, самостійна робота. |
| Види контролю | Поточний контроль, семестровий контроль – диф. залік. |
| Пререквізити | Системи забезпечення теплового режиму, обчислювальна гідромеханіка. |
| Кореквізити | Моделювання та розрахунок теплоенергетичних систем. |
| Постреквізити | Дипломне проєктування |

## 3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів начання.

**Мета** – засвоєння системи знань, способів діяльності та творчих здібностей з основних теоретичних положень системного підходу, моделювання теплогідравлічних процесів в складних системах, оптимізації теплоенергетичних систем, а також засвоєння вмінь які б дозволяли на практиці реалізувати ці знання.

**Завдання –** навчитися розробляти математичні моделі та з їхньою допдмдгою розраховувати характеристики складної теплогідравлічної системи та проводити її оптимізацію.

**Компетентності, які набуваються:**

***Інтегральні компетентності:***

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

***Спеціальні компетентності:***

- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
- Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп’ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.
- Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.
- Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові та екологічні аспекти.
- Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик.
- Здатність моделювати теплові, гідродинамічні процеси в енергетичних системах, у тому числі з використанням сучасних обчислювальних методів.
- Здатність до системного аналізу, математичного моделювання системних теплогідравлічних процесів та оптимізації складних теплоенергетичних систем.

***Програмні результати навчання:***

- Вміти аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напряму теплоенергетики.
- Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.
- Розробляти і досліджувати, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.
- Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування.
- Вільно спілкуватися державною мовою з професійних питань, обговорювати результати виробничої, наукової та інноваційної діяльності з фахівцями та нефахівцями.
- Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.
- Аналізувати технологічні схеми і показники ефективності теплоенергетичних систем, що використовуються в авіаційно-космічній техніці, двигунах, системах тепло- та холодопостачання, кондиціонування.
- Вирішувати практичні задачі з тепло- масообміну, теплонапруженого стану з використанням сучасних обчислювальних методів та прикладного комп'ютерного забезпечення.
- Розробляти математичні моделі теплогідравлічних процесів в складних енергетичних системах, у тому числі в системах охолодження двигунів, терморегулювання космічних апаратів, оптимізувати системи.
- Застосовувати моделі теплогідравлічних процесів в багатофазному середовищі для вирішення інженерних задач.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

При виконанні курсової роботи студенти повинні навчитися розраховувати потікорозподіл в системах теплопереносу, а також набути навичок аналізу впливу різних чинників на статичні характеристики системи теплопереносу, виконувати оптимізацію системи.

### Задачі курсової роботи.

При виконанні курсової роботи необхідно вирішити наступні завдання:

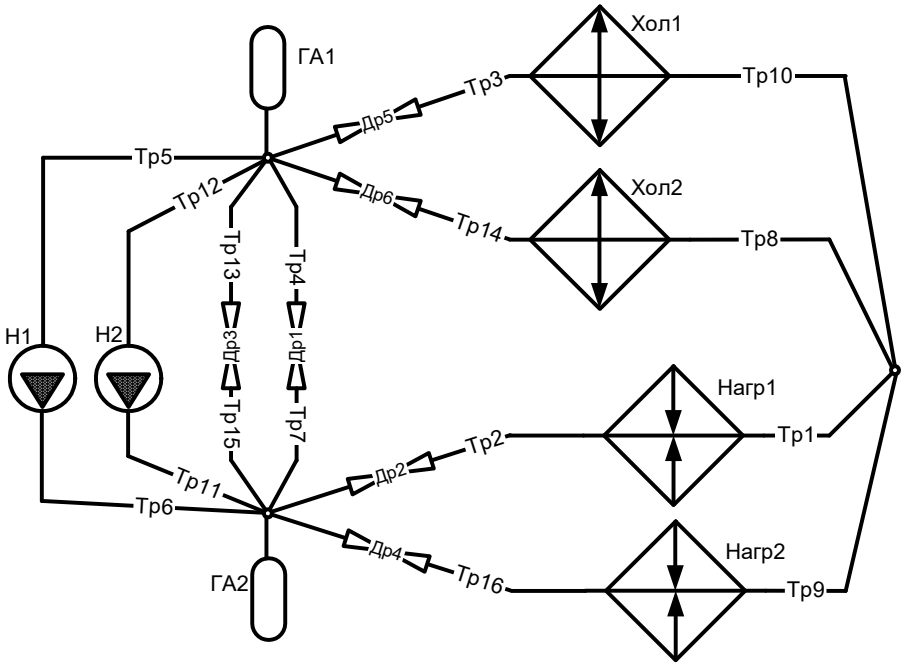
1. Знайти потікорозподіл в системі теплопереносу на номінальному режимі $Q = Q_{ном}$ (показати значення термодинамічних і гідравлічних параметрів – тиску $p$, температури $t$, ентальпії $i$, масової витрати $m$ - в характерних перетинах контуру).

2. Побудувати статичну характеристику системи теплопереносу при зміні теплового навантаження від $Q_{min}$ до $Q_{max}$ (залежність температури в характерних перетинах від $Q$).

## Вихідні дані.

Наведено приклад вихідних даних. Здобувач може змінити вихідні дані у відповідності до теми майбутньої кваліфікаційної роботи.

1. Схема системи теплопереносу




2. Характеристика елементів.
    a. труба,

| № труби | D, мм | L, м | Місцевий гідроопір |
|---|---|---|---|
| 1 | 14.0 | 25.0 | 2 повороти на 90° |
| 2 | - | 0.0 | - |
| 3 | 10.0 | 1.0 | - |
| 4 | 10.0 | 20 | Локальний опір (дросель) Др1 |
| 5 | 20.0 | 2.0 | - |
| 6 | 12.0 | 10.0 | - |
| 7 | 14.0 | 10.0 | 1 поворот на 120° |
| 8 | 20.0 | 2.0 | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 | 12.0 | 25.0 | 2 повороти на 90°, 1 поворот на 30° |
| 10 | 10.0 | 1.0 | - |
| 11 | 10.0 | 1.0 | - |
| 12 | 10.0 | 1.0 | - |
| 13 | 8.0 | 20.0 | Локальний опір (дросель) Др3 |
| 14 | 10.0 | 10.0 | - |
| 15 | - | 0.0 | - |
| 16 | - | 0.0 | - |

b. насос відцентровий; узагальнена характеристика

$$\frac{h}{\alpha^2} = \left(1.06 + 0.32\left(1 - \frac{v}{\alpha}\right) - 0.296\left(0.55 - \frac{v}{\alpha}\right)^2\right),$$

де: $h = \frac{H}{H_R}$ - безрозмірний напір; $v = \frac{Q}{Q_R}$ - безрозмірний об'ємна витрата;

$\alpha = \frac{\omega}{\omega_R}$ - безрозмірний частота обертання. При виконанні курсової роботи прийнять $\alpha = 1.0$;

c. обігрівачі – прямоточна труба довжиною 1 м та діаметром 20 мм з електрообігрівом, $Q_H$ - задано;

d. холодильники – пласка труба с ізотермічною стінкою; розтин труби: 200×5 мм, довжина труби $L$ - задана; тепло відводиться через ізотермічну стінку, температура стінки $t_w$ - задана;

e. гидроаккумулятор підтримує сталий тиск в точці підключення до контуру; тиск $p_{ГА}$ - задано.

f. робоча речовина – задано.

3. Варіанти схеми:

| Варіанти схеми | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Н1 | + | + | + | + | + | + | + | + | | | + | | + |
| Нагр1 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | |
| Хол1 | + | + | + | + | + | + | + | + | | + | | | |
| ГА1 | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | |
| Др1 | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | + | + |
| Др2 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Н2 | | | | | + | + | | + | + | + | + | + | + |
| Нагр2 | | | | + | | + | | | + | + | + | + | + |
| Хол2 | | | + | | | | + | + | + | + | + | + | + |
| ГА2 | | | | | | | | | + | + | + | + | + |
| Др3 | + | | | | | | + | | + | + | + | + | + |
| Др4 | | | | + | | + | | | + | + | + | + | + |
| Др5 | | | + | | | | + | + | | + | | | |
| Др6 | | | + | | | | + | + | | + | | | |

4. Вихідні параметри:

| Елемент | Параметри | Варіанти вихідних даних | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1/14 | 2/15 | 3/16 | 4/17 | 5/18 | 6/19 | 7/20 | 8/21 | 9/22 | 10/23 | 11/24 | 12/25 | 13/26 |
| Нагрівачі | $Q_{H1}$, кВт | 27.0/ 7.0 | 52.0/ 26.0 | 30.0/ 3.0 | 28.0/ 14.0 | 60.0/ 25.0 | 60.0/ 20.0 | 36.0/ 50.0 | 107.0/ 54/0 | 10.0/ 20.0 | | | | |
| | $Q_{H2}$, кВт | | | | 30.0/ 40.0 | | 54.0/ 25.0 | | | 15.0/ 30.0 | 57.0/ 40.0 | 27.0/ 35.0 | 65.0/ 50.0 | 30.0/ 15.0 |
| Насоси | $H_{R1}$, бар | 1.5/2.0 | 1.5/2.0 | 1.7/3.4 | 1.7/3.4 | 2.0/1.5 | 1.8/1.6 | 1.4/1.2 | 1.8/1.5 | | | 1.6/1.2 | | 1.8/1.4 |
| | $H_{R2}$, бар | | | | | 1.7/1.5 | 1.5/1.7 | | 1.5/1.7 | 1.5/1.7 | 1.8/1.5 | 1.7/1.5 | 1.9/1.5 | 1.9/1.5 |
| | $Q_{R1}$, $10^{-3}$ м$^3$/с | 0.1/0.2 | 0.1/0.3 | 0.12/ 0.14 | 0.15/ 0.16 | 0.11/ 0.12 | 0.11/ 0.14 | 0.12/ 0.16 | 0.1/ 0.12 | | | 0.15/ 0.12 | | 0.1/ 0.12 |
| | $Q_{R2}$, $10^{-3}$ м$^3$/с | | | | | 0.09/ 0.12 | 0.08/ 0.12 | | 0.09/ 0.12 | 0.09/ 0.14 | 0.1/ 0.15 | 0.1/ 0.12 | 0.11/ 0.2 | 0.11/ 0.18 |
| Холодильник | $T_{w1}$, $^o$C | -10.0 | +20.0 | -10.0 | +20.0 | -10.0 | +20.0 | -10.0 | +20.0 | | +30.0 | | | |
| | $T_{w2}$, $^o$C | | | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | +30.0 | -10.0 | +20.0 | -10.0 | +20.0 | -10.0 |
| | $L_1$, м | 0.75 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 3.0 | 0.7 | 3.0 | | 1.0 | | | |
| | $L_2$, м | | | 0.7 | | | | 0.5 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 1.5 |

| Елемент | Параметри | Варіанти вихідних даних | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1/14 | 2/15 | 3/16 | 4/17 | 5/18 | 6/19 | 7/20 | 8/21 | 9/22 | 10/23 | 11/24 | 12/25 | 13/26 |
| Гидроаккумулятор | $p_{ГА1}$, бар | 6.0 | 1.0 | 6.0 | 1.0 | 6.0 | 1.0 | 6.0 | 1.0 | | | | | |
| | $p_{ГА2}$, бар | | | | | | | | | 8.0 | 3.0 | 8.0 | 3.0 | 8.0 |
| | Рабоче середовище | Фреон-12 | Вода | Аміак | Фреон-22 | Аміак | Вода | Фреон-152а | Вода | Фреон-245fa | Вода | Аміак | Вода | Аміак |
| Коефіцієнт місцевого опору дроселя | Др1, $10^7 \frac{Па \cdot с^2}{кг^2}$ | 25.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 1.7 | 1.6 | 15.0 | 1.5 | | | | 25.0 | 6.0 |
| | Др2, $10^7 \frac{Па \cdot с^2}{кг^2}$ | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 30.0 | 1.6 | 5.5 | 4.0 | 1.5 | 40.0 | | | | |
| | Др3, $10^7 \frac{Па \cdot с^2}{кг^2}$ | 30.0 | | | | | | 20.0 | | 7.0 | 6.0 | 1.5 | 30.0 | 5.5 |
| | Др4, $10^7 \frac{Па \cdot с^2}{кг^2}$ | | | | 25.0 | | 6.0 | | | 20.0 | 6.0 | 1.5 | 6.0 | 1.5 |

| Елемент | Параметри | Варіанти вихідних даних | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1/14 | 2/15 | 3/16 | 4/17 | 5/18 | 6/19 | 7/20 | 8/21 | 9/22 | 10/23 | 11/24 | 12/25 | 13/26 |
| | Др5, $10^6 \frac{Па \cdot с^2}{кг^2}$ | | | 5.0 | | | | 1.0 | 1.0 | | 4.0 | | | |
| | Др6, $10^6 \frac{Па \cdot с^2}{кг^2}$ | | | 1.0 | | | | 4.0 | 4.0 | | 1.0 | | | |
| | Варіант схеми | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |

## Порядок виконання курсової роботи.

1. Накреслити схему системи теплопереносу у відповідності зі своїм варіантом.
2. Розбити схему на розрахункові елементи.
3. Записати систему рівнянь збереження маси, енергії та імпульсу в стаціонарній формі:
4. Замкнути рівняння збереження імпульсу співвідношеннями для розрахунку втрат тиску, напірної характеристикою насоса (див. П. 2, б).
5. Замкнути рівняння збереження енергії співвідношеннями для розрахунку коефіцієнтів теплопередачі, а також термодинамічними і теплофізичними властивостями теплоносія; теплоносій заданий у вихідних даних.
6. Записати повну систему рівнянь, яка описує потокораспределение в системі теплопереносу і вирішити її чисельно.
7. Змінюючи значення теплоти, що підводиться в нагрівачах, побудувати статичні характеристики системи - залежність термічного опору $R_T = \frac{T_{max} - T_w}{Q}$ і теплотранспортной здатності $\frac{Q \cdot L}{T_{max} - T_w}$ від підводимої теплоти. Тут: $T_{max}$ - максимальна температура теплоносія в контурі, К; $T_w$ - температура стінки холодильника, К; $L$ - відстань теплопереносу (розрахувати відповідно до схеми), м; $Q$ - теплота, Вт.
8. Вибрати та обґрунтувати показники, критерії ефективності.
9. Вибрати метод оптимізації.
10. Виконати оптимізацію.

## Припущення.

1. Термодинамічні і теплофізичні властивості брати на лінії насичення при тиску, відповідному тиску в гідроакумуляторі. В процесі обчислень властивості вважати постійними.

2. Температуру в характерних перетинах розраховувати в залежності від ентальпії $i$ і тиску $p$ за такою формулою $T(i,p) = T_{sat}(p) + \frac{1}{c_p}\left(i - i_{l,sat}(p)\right)$.

3. Коефіцієнт теплопередачі $kF$ вважати постійним по поверхні теплообміну.

4. При розрахунку коефіцієнта тепловіддачі і наведеного коефіцієнта шляхових втрат в якості характерного розміру прийняти гідравлічний діаметр $D_{hy} = \frac{4F}{P}$, де: $F$ - площа прохідного перетину, м$^2$; $P$ - змочений периметр, м. Швидкість розраховувати відповідно до дійсної площею прохідного перерізу каналу за формулою $w = \frac{m}{\rho \cdot F}$, де $\rho$ - густина, кг/м$^3$.

## 5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

## 6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

## 7. Методи контролю

Контроль виконується у вигляді поточного семестрового контролю.

## 8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Семестровий контроль (диф. залік) проводиться у вигляді публічного захисту курсового проекту. Для захисту створюється відповідна комісія

Під час захисту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти за виконання курсового проєкту

| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист роботи | Сума |
|---|---|---|---|
| 0…30 | 0…20 | 0…50 | 0…100 |

Таблиця 8.2 – Шкала оцінювання: бальна і традиційна

| Сума балів | Оцінка за традиційною шкалою | |
|---|---|---|
| | Іспит, диференційний залік | Залік |
| 90 – 100 | Відмінно | Зараховано |
| 75 – 89 | Добре | |
| 60 – 74 | Задовільно | |
| 0 – 59 | Незадовільно | Не зараховано |

***Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру***

**Задовільно (60-74) –** мати знання і уміння для забезпечення програмних результатів навчання. Підготувати пояснювальну записку. Вміти доповісти основні етапи виконання роботи.

**Добре (75-89) –** мати знання і уміння для забезпечення програмних результатів навчання. Підготувати пояснювальну записку. Вміти доповісти основні етапи виконання роботи. Відповідати на питання, пов’язані з моделюванням окремих елементів системи, мати загальне уявлення про етапи оптимізації системи.

**Відмінно (90-100) –** мати знання і уміння для забезпечення програмних результатів навчання. Підготувати пояснювальну записку. Вміти доповісти основні етапи виконання роботи. Відповідати на питання, пов’язані з моделюванням окремих елементів та всієї системи в цілому, обґрунтовано захищати вибрані математичні методи рішення систем рівнянь та оптимізації.

Курсовий проект без помилок. Здобувач правильно відповідає на усі запитання.

## 9. Політика навчального курсу

***Відвідування занять.*** Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування лабораторних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати лабораторні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять шляхом підготовки звіту з лабораторної роботи.

***Дотримання вимог академічної доброчесності*** здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчестності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

**Вирішення конфліктів.** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/).

## 10. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

- http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%B

D%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all_theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

- Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням: https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1224

## 11.Рекомендована література

**Базова**


1. Системи забезпечення теплового режиму [Елект. ресурс]/ Г. О. Горбенко, П. Г. Гакал. – Навч. посібник.
2. Міца О. В., Лавер В. О. Системний аналіз: навч. - метод. посіб. / О.В. Міца, В.О. Лавер. – Ужгород : вид-во ПП «АУТДОР - ШАРК», 2021. – 63 с.


**Допоміжна**


1. Теплові насоси та їх використання [Текст]: навч. посіб./М. К. Безродний, І. І. Пуховий, Д. С. Кутра. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 312 с.
2. Жалдак М. І., Триус Ю. В. Основи теорії і методів оптимізації: Навчальний посібник. - Черкаси: Брама-Україна, 2005. - 608 с.
3. Л.Р. Ладієва. Оптимізація технологічних процесів.: Навчальний посібник. - К.: НМЦ ВО, 2003.- 206 с.


## 12.Інформаційні ресурси

1. https://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/