Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра № 201 «Теорії авіаційних двигунів»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

_____ _____Сергій НИЖНИК
(підпис) (ініціали та прізвище)

«____» _____ 2023 р.

# РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

_____Теорія ГТД. Термодинамічний аналіз циклів ГТД_____
(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** _____13 «Механична інженерія»_____
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** _____134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»_____
(код та найменування напряму підготовки)

**Освітня програма:** «Авіаційні двигуни та енергетичні установки»
(найменування)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Харків 2023 рік**

Розробник: Кіслов О.В., проф каф. 201, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри № 201
«Теорії авіаційних двигунів»
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 24 » 08 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор Л.Г. Бойко
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><th colspan="2">Найменування показників</th><th>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти</th><th colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни. Денна форма навчання</th></tr>
<tr><td colspan="2">Кількість кредитів – 2</td><td rowspan="3">Галузь знань<br>13 «Механична інженерія»<br>(шифр і назва)</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td colspan="2">Модулів – 2</td><td colspan="2" rowspan="2">Навчальний рік:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Змістових модулів – 3</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td rowspan="3">Спеціальність<br>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»<br>(шифр і назва)</td><td>2023/2024</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>6-й</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Загальна кількість годин – 32*/60</td><td rowspan="3">Освітня програма:<br>«Авіаційні двигуни та енергетичні установки»</td><td colspan="2">Лекції *</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тижневих годин для денної форми навчання</td><td>16 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр 6</td><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>Аудиторних – 2 год.</td><td>Самост. роботи – 2 год.</td><td rowspan="3">Рівень вищої освіти:<br>перший (бакалаврський)</td><td>16 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2">Лабораторні *</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td rowspan="4"></td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td>28 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальна робота</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2">Вид контролю</td></tr>
<tr><td>Модульний контроль, іспит</td><td></td></tr>
</table>

**Примітка**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 32/28=1,143.

* Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** – теоретично і практично підготувати майбутніх фахівців до проектування ГТД та самостійного аналізу процесів, що відбуваються в ГТД та їх елементах.

**Завдання** – вивчення принципу дії повітряно-реактивних двигунів, характеристик їх елементів, методів термодинамічного аналізу циклів та оптимізації параметрів робочого процесу ГТД.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

**1) Загальні :**

- **ЗК6.** Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- **ЗК7.** Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- **ЗК8.** Здатність вчитися і оволодівати знаннями.

**2) Фахові :**

- **ФК2.** Здатність використовувати положення гідравліки, аеро- та газодинаміки для опису взаємодії тіл з газовим і гідравлічним середовищем;
- **ФК5.** Здатність проєктувати та здійснювати випробування елементів авіаційної і ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.

**Програмні результати навчання:**

- **ПРН4.** Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі;
- **ПРН5.** Володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі;
- **ПРН7.** Володіти логікою та методологію наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області;
- **ПРН13.** Розуміти особливості робочих процесів у гідравлічних, пневматичних, електричних та електронних системах, що застосовуються в авіаційній та ракетно-космічній техніці;
- **ПРН15.** Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- **ПРН19.** Розуміти та обґрунтовувати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки.

**Пререквізити:**
для вивчення «Теорія ГТД. Термодинамічний аналіз циклів ГТД» потрібні знання з дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Термодинаміка і теплообмін», «Робочі процеси авіаційних двигунів», «Теоретична механіка та теорія машин і механізмів».

**Кореквізити:**
«Теорія ГТД. Термодинамічний аналіз циклів ГТД» забезпечує вивчення дисциплін «Конструкція авіаційних двигунів та енергетичних установок», «Виробнича практика», «Кваліфікаційна робота (проект)».

## 3. Програма навчальної дисципліни

**Модуль 1. Схеми, цикли та тяга силової установки з ГТД**

**Змістовий модуль 1.** Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри

**Вступ до дисципліни** «Теорія ГТД. Термодинамічний аналіз циклів ГТД»

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані та її значення. Особливості вивчення дисципліни, навчальна література. Історичний огляд розвитку теорії повітряно-реактивних двигунів.

**Тема 1 . Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри**

*Лекція 1. Тяга та питомі параметри силових установок(СУ) з повітряно-реактивними двигунами (ПРД)*

1. Силова установка з ГТД та її основні абсолютні параметри
2. Класифікація ГТД і області їх використання
3. Ефективна і внутрішня тяга силової установки. Зовнішній опір СУ
4. Еквівалентна потужність ТГД
5. Основні питомі параметри силових установок з ГТД

*Лекція 2. Схеми та теплові діаграми ГТД*

6.Схеми ГТД. Газогенераторна частина. Ступінь двоконтурності. Температура змішування потоків в ТРДДзм

7. Теплові діаграми ГТД. Ефективна та вільна роботи
8. Поняття приєднаної маси повітря гвинтом чи вентилятором. Ефект приєднаної маси
9. ККД та енергетичний баланс силових установок з ГТД

**Змістовий модуль 2**. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів

**Тема 2. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів**

*Лекція 3. Стиснення повітря у вхідному пристрої та компресорі*

1. Призначення, класифікація, основні параметри вхідних пристроїв і вимоги до них
2. Дозвукові вхідні пристрої
3. Надзвукові вхідні пристрої внутрішнього стиснення
4. Надзвукові вхідні пристрої зовнішнього стиснення
5. Характеристики вхідних пристроїв
6. Помпаж і «зуд» надзвукових вхідних пристроїв зовнішнього стиснення
7. Регулювання надзвукових вхідних пристроїв
8. Характеристики компресора : загальний вигляд, розузгодження режимів роботи ступенів на нерозрахункових режимах роботи компресора, регулювання компресора.
9. Пилозахисні пристрої.

*Лекція 4. Камери згоряння ГТД*

10. Призначення, класифікація і вимоги до камер згоряння. Основні параметри камер згоряння
11. Основні закономірності процеса горіння
12. Організація робочого процесу в основних камерах згоряння ГТД
13. Особливості організації робочого процесу в форсажних камерах
14. Експлуатаційні характеристики основних і форсажних камер згоряння
15. Вібраційне горіння палива і способи його попередження

*Лекція 5. Розширення газу в турбіні та вихідному пристрої*

16. Характеристики турбін: характеристики ступеня газової турбіни, особливості характеристик багатоступеневих турбін; регулювання турбін
17. Призначення, класифікація, основні параметри і вимоги до вихідних пристроїв
18. Сопла для докритичних і надкритичних перепадів тиску
19. Характеристики та регулювання вихідних пристроїв

**Модульний контроль**

**Модуль 2. Оптимізація циклів повітряно-реактивних двигунів**

**Змістовий модуль 3.** Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів

**Тема 3. Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів**

*Лекція 6. Оптимізація циклу ТРД, ТГД і ТВаД*

1. Вираз корисної (ефективної) роботи циклу ТРД через параметри робочого процесу. Зв`язок ефективної і вільної роботи з питомою тягою двигуна
2. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ступеня підігріву повітря

3. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ступеня підвищення тиску. Оптимальний та економічний ступень підвищення тиску
4. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ККД процесів стиснення і розширення
5. Залежності питомої потужності і питомих витрат палива ТВаД і ТГД від параметрів робочого процесу
6. Оптимальний розподіл роботи циклу ТГД між гвинтом і реакцією

*Лекція 7. Оптимізація циклу ТРДФ*

7. Ціль та способи форсування ГТД
8. Теплова діаграма ТРДФ
9. Залежності питомої тяги і питомих витрат палива ТРДФ від параметрів робочого процесу
10. Вибір параметрів циклу у проектуванні ТРД і ТРДФ

*Лекція 8. Оптимізація циклу ТРДД і ТРДДФ*

11. Параметри робочого процесу та питомі параметри ТРДД
12. Робота циклу ТРДД без змішування потоків і її оптимальний розподіл між контурами
13. Призначення , схеми, організація робочого процесу і характеристики камер змішування ТРДД
14. Оптимальний розподіл роботи циклу між контурами ТРДД і ТРДДФ зі змішуванням потоків
15. Вплив параметрів робочого процесу на питомі параметри ТРДД і ТРДДФ

**Модульний контроль**

## 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | | | | | | |
| | | л | пр | лаб | інд | с.р. | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| **Модуль 1 (блок змістовних модулів)** | | | | | | | | | | | | |
| **Змістовий модуль1.** Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри | | | | | | | | | | | | |
| Вступ до навчальної дисципліни | 2,5 | 0,5 | – | – | – | 2 | – | – | – | – | – | – |
| Тема 1. Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри | 15,5 | 3,5 | – | 6 | – | 6 | – | – | – | – | – | – |
| Разом за змістовим модулем 1 | 18 | 4 | – | 6 | – | 8 | – | – | – | – | – | – |
| **Змістовий модуль 2**. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів | | | | | | | | | | | | |
| Тема2. Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів | 18 | 6 | – | 4 | - | 8 | – | – | – | – | – | – |
| Разом за змістовим модулем 2 | 18 | 6 | – | 4 | - | 8 | – | – | – | – | – | – |
| *Модульний контроль* | 2 | – | – | – | – | 2 | – | – | – | – | – | – |
| **Разом за модулем 1** | **38** | **10** | **–** | **10** | **–** | **18** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| **Модуль 2 (блок змістовних модулів)** | | | | | | | | | | | | |
| **Змістовий модуль 3.** Термодинамічний аналіз циклу повітряно-реактивних двигунів | | | | | | | | | | | | |
| Тема 3. Термодинамічний аналіз циклу | 20 | 6 | – | 6 | – | 8 | – | – | – | – | – | – |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| повітряно-реактивних двигунів | | | | | | | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 3 | 20 | 6 | – | 6 | – | 8 | – | – | – | – | – | – |
| *Модульний контроль* | 2 | – | – | – | – | 2 | – | – | – | – | – | – |
| **Разом за модулем 2** | **22** | **6** | **–** | **6** | **–** | **10** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |
| **Усього годин** | **60** | **16** | **–** | **16** | **–** | **28** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** | **–** |

## 5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кільк. год. |
|---|---|---|
| 1 | | |
| | **Разом** | |

## 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кільк. год. |
|---|---|---|
| 1 | | 4 |
| | **Разом** | **16** |

## 1. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кільк. год. |
|---|---|---|
| 1 | Ознайомлення з випробувальними стендами та системами вимірювання параметрів ГТД | 6 |
| 2 | Надзвукові вхідні пристрої силових установок з ГТД | 4 |
| 3 | is-діаграма циклу ТРД | 6 |
| | **Разом** | **16** |

## 2. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кільк. год. |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Вступ до навчальної дисципліни | 2 |
| 2 | Силові установки з повітряно-реактивними двигунами та їх параметри (Тема 1) | 6 |
| 3 | Характеристики елементів повітряно-реактивних двигунів (Тема 2) | 8 |
| 4 | Модульний контроль 1 | 2 |
| 5 | Термодинамічний аналіз циклу ГТД (Тема 3) | 8 |
| 6 | Модульний контроль 2 | 2 |
| | **Разом** | **28** |

## 3. Індивідуальні завдання

| № з/п | Назва теми |
|---|---|
| | |
| | |

## 4. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій словесним та наочним методами, лабораторних (практичних) занять методом практики, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

## 5. Методи контролю

Проведення поточного контролю, захист звітів з лабораторних робіт, письмові модульні контролі, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

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

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

**Семестр 6**

| № | Елемент модуля | бали | Кіль-кість занять | Сумарна кіль-кість балів |
|---|---|---|---|---|
| Модуль 1 | | | | |
| 1 | **робота на лекційних заняттях** | | | **0 – 1** |
| **2** | **виконання лабораторної роботи** | **0 – 6** | **2** | **0 – 12** |
| 3 | захист лабораторної роботи | 0 – 6 | 2 | 0 – 12 |
| **4** | *складання модульного контролю (одного)* | *0 – 25* | *1* | *0 – 25* |
| Разом за модуль 1 | | | | **0 – 50** |
| Модуль 2 | | | | |
| 1 | **робота на лекційних заняттях** | | | **0 – 6** |
| **2** | **конспект лекцій** | **0 – 7** | **1** | **0 – 7** |
| 3 | **виконання лабораторної роботи** | **0 – 6** | **1** | **0 – 6** |
| **4** | захист лабораторної роботи | 0 – 6 | 1 | 0 – 6 |
| **5** | *складання модульного контролю (одного)* | *0 – 25* | *1* | *0 – 25* |
| Разом за модуль 2 | | | | **0 – 50** |
| Разом за 6 семестр | | | | **0 – 100** |

Семестровий контроль (іспит) у 6 семестрі проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох питань, одне з яких відноситься до першого модуля, а друге – до другого. Перше та друге питання оцінюється 0…50 балів .

12.2. Якісні критерії оцінювання

*Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки*:

- термогазодинамічні процеси в елементах ГТД;
- методи термогазодинамічного розрахунку ГТД.

*Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки*:

- виконувати газодинамічні розрахунки ГТД за допомогою спеціальних програм;
- вибирати оптимальні параметри циклу в залежності від призначення та умов роботи ГТД.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру:

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі лабораторні роботи, розрахункові та розрахунково-графічні роботи. Знати основні положення дисципліни при недостатньо глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД.

**Добре (75-89).** Володіти основними знаннями та уміннями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі лабораторні роботи, розрахункові та розрахунково-графічні роботи. Знати основні положення дисципліни при достатньо глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему; достатньо вільно використовувати знання для аналізу типових задач. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД, аналізувати одержані результати та робити правильні висновки.

**Відмінно (90-100).** Володіти всіма знаннями та уміннями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі лабораторні роботи, розрахункові та розрахунково-графічні роботи. Знати всі положення дисципліни при глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему; вільно використовувати знання для аналізу типових та нетипових задач. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД, ана-

лізувати одержані результати, робити правильні висновки та розробляти рекомендації для їх покращання.

**Шкала оцінювання: бальна і традиційна**

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

## 13. Методичне забезпечення


1. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок газотурбінних двигунів: Навч. посібник / О.В. Кіслов, К.В. Фесенко; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2019. – 64 с. ISBN: - 978-966-662-660-1. http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Vybor_Parametrov_Termogazodinamicheskij_Raschet.pdf
2. Формування обліку проточної частини газотурбінних двигунів [Текст] : навч. посібник / О. В. Кіслов, К. В. Фесенко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 64 с.
3. Термогазодинамічний розрахунок газотурбінних двигунів і установок: Навч. посібник / Г.В. Павленко; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2007. – 64 с. http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2007/Termogazodinamicheskij_raschet_gazoturbinnyh dvigatelej i ustanovok.pdf
4. Чисельне дослідження характеристик сопла турбореактивного двигуна багаторежимного літака в умовах дозвукового зовнішнього обтікання: [монографія] / О. В. Кіслов, В. В. Коткин ; М-во освіти та науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2017. – 152 с. ISBN: - 978-966-662-544-4. http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kislov_Tchislennoe_Issledovanie.pdf
5. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок ТРД та ТРДФ: Навч. посібник / Г.В. Павленко, І.І. Редін. . – Х.: ХАІ, 1984. – 56с.
6. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок ТВД, ТВВД і ТВаД: Навч. посібник / В.П. Герасименко, Г.В. Павленко. . – Х.: ХАІ, 1984. – 60с.
7. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок двоконтурних турбореактивних двигунів: Навч. посібник / А.Ф. Брехов, Г.В. Павленко, А.Е. Поляков. – Х.: ХАІ, 1984. – 100с.
8. Проектування камер згоряння газотурбінних двигунів: Навч. посібник / В.П. Герасименко, А.А. Нікішов. – Х.: ХАІ, 1999.
9. Проектування вихідних пристроїв ГТУ: Навч. посібник / А.Н. Анютін, О.Д. Дегтярьов, В.І. Ковальов, В.Ю. Незим. – Х.: ХАІ, 2001. – 63с.
10. Узгодження параметрів та визначення основних розмірів турбін і компресорів ГТД: Навч. посібник / Л.Н. Буслик, В.І. Ковальов. – Х.: ХАІ, 1996. – 51с.
11. Узгодження компресорів і турбін авіаційного газотурбінного двигуна: Навч. посібник / А.Н. Анютін. – Х.: ХАІ, 1985. – 65с.
12. Збірник лабораторних робіт з курсу «Теорія повітряно-реактивних двигунів» / Брехов А.Ф., Буслик Л.Н., Герасименко В.П., Грига А.Д., Поляков А.Е. – Х.: ХАІ, 1983.


На сайті кафедри 201 (адреса вказана у п.15 «Інформаційні ресурси») розміщено **навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:**

- робоча програма дисципліни;

- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для розрахункових робіт практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- приклади розв`язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання, тести для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

## 14. Рекомендована література

### Базова


1. Теорія авіаційних газотурбінних двигунів : підручник для студентів вузів / Ю. М. Терещенко, Л. Г. Бойко, Л. Г. Волянська, Н. С. Кулик [та ін. ] ; М-во освіти і науки України, Нац. авіац. ун-т ; під ред. Ю. М. Терещенко . - 2-е вид., доп. та перероб. - Київ. - НАУ, 2013. - 596 с. ISBN: - 978-966-598-810-6 .
2. Теорія авіаційних двигунів : підручник / В. П. Герасименко. - Х. - Нац. аерокосмічний ун-т "ХАІ", 2003. - 199 с.
   http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2003/Teorija aviacijnih dviguniv.pdf
3. Теорія та розрахунок повітряно-реактивних двигунів : підручник для студентів вузів / В. М. Акимов, В. И. Бакулєв, Р. И. Курзинер, В. В. Поляков [та ін. ]; під ред. С. М. Шляхтенко. - 2-е вид., перероб. та доп. - М. - Машинобудування, 1987. - 568 с .
4. Вибір параметрів та термогазодинамічний розрахунок газотурбінних двигунів: Навч. посібник / О.В. Кіслов, К.В. Фесенко; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2019. – 64 с. ISBN: - 978-966-662-660-1.
   http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Vybor_Parametrov_Termogazodinamicheskij_Raschet.pdf
5. Формування обліку проточної частини газотурбінних двигунів [Текст] : навч. посібник / О. В. Кіслов, К. В. Фесенко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 64 с.


### Допоміжна


1. Теорія авіаційних газотурбінних двигунів : підручник для студентів вузів: гриф МОН України / Ю. М. Терещенко, Л. Г. Волянська, Н. С. Кулик, В. В. Панин; під ред. Ю.М. Терещенко. - К. - Книжкове видавництво НАУ, 2005. - 500 с. ISBN: - 966-598-214-1.
2. Чисельне дослідження характеристик сопла турбореактивного двигуна багаторежимного літака в умовах дозвукового зовнішнього обтікання: [монографія] / О. В. Кіслов, В. В. Коткин ; М-во освіти та науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2017. – 152 с. ISBN: - 978-966-662-544-4.
   http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kislov_Tchislennoe_Issledovanie.pdf
3. Кулагін В.В. Теорія, розрахунок та проектування авіаційних двигунів і енергетичних установок : підручник. Кн. 1 : Основи теорії ГТД. Робочий процес і термогазодинамічний аналіз, Кн. 2 : Основи теорії ГТД. Сумісна робота вузлів наявного двигуна і його характеристики / В. В. Кулагін. - М. - Машинобудування, 2002. - 616 с. ISBN: - 5-217-03125-5.
4. Теорія, розрахунок та проектування авіаційних двигунів і енергетичних установок: підручник. Кн. 3 : Основні проблеми / В. В. Кулагін, С. К. Бочкарьов, І. М. Горюнов, В. А. Григор'єв; під ред. В. В. Кулагіна. - М. - Машинобудування, 2005. - 464 с. ISBN: - 5-217-03269-3 - ( Для вузів ).


## 15. Інформаційні ресурси

**Сайт кафедри http:\\k201.khai.edu**