

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни «Основи теорії автоматичного регулювання»
вибіркових компонент освітньо-професійної програми
освітньо-професійного ступеню перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
272 Авіаційний транспорт
(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.02.2024р. № 2

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 17.01.2024р №6

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.02.2024р. № 2

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування
авіаційної техніки , протокол від 12.12.2023 р. № 8

Розробник:

*Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки,
спеціаліст вищої категорії, Пономаренко А.В.*

Рецензенти:

- 1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, доктор технічних наук, професор Тамаргазін О.А.*
- 2. Спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Тягній В.Г.*

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифри та назви галузі знань, код та назва напрямку підготовки, спеціальності, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів ECTS –3 Загальна кількість годин - 90 Кількість тем - 5	<u>27</u> <u>Транспорт</u> (шифр галузі) (назва галузі знань) <u>272</u> <u>Авіаційний</u> <u>транспорт</u> (Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів) (код напрямку (назва напрямку підготовки або спеціальності)) <u>бакалавр</u> (назва сво)	Навчальний курс <u>2</u> (номер) Семестр <u>4</u> (номер) Види контролю: <u>залік</u> (екзамен, залік)	
Розподіл навчальної дисципліни за видами занять:			
Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Лекції (години)	- <u> </u> - <u> </u>	Лекції (години)	- <u> 6 </u>
Семінарські заняття (години)	- <u> </u> - <u> </u>	Семінарські заняття (години)	- <u> </u> - <u> </u>
Практичні заняття (години)	- <u> </u> - <u> </u>	Практичні заняття (години)	- <u> 2 </u>
Лабораторні заняття (години)	- <u> </u> - <u> </u>	Лабораторні заняття (години)	- <u> 2 </u>
Самостійна робота (години)	- <u> </u> - <u> </u>	Самостійна робота (години)	- <u> 80 </u>
Індивідуальні завдання:		Індивідуальні завдання:	
Курсова робота (кількість, № семестру)	- <u> </u> - <u> </u>	Курсова робота (кількість, № семестру)	-- <u> </u> - <u> </u>
Реферати (кількість, № семестру)	- <u> </u> - <u> </u> - <u> </u>	Реферати (кількість, № семестру)	- <u> </u> - <u> </u> - <u> </u>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни «Основи теорії автоматичного регулювання» є отримання здобувачами освіти необхідних теоретичних і практичних знань в області побудови та процесів в системах автоматичного регулювання для правильного і швидкого визначення та усунення несправностей в них, проведення регулювальних робіт.

Завдання: Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи теорії автоматичного регулювання» є вивчення видів та функцій автоматичного регулювання, принципів побудови автоматичних систем, структури елементів та математичних моделей систем регулювання, принципових схем систем регулювання вертолітних ГТД.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Основи теорії автоматичного регулювання» є допоміжною дисципліною, що дозволяє формувати майбутнього авіаційного техника-механіка і ґрунтується на знаннях, отриманих під час вивчення таких навчальних дисциплін, як «Теорія теплових двигунів», «Конструкція авіаційної техніки», забезпечує базу для засвоєння матеріалу з навчальних дисциплін «Конструкція і технічне обслуговування авіадвигунів».

Очікувані результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен

знати:

- види та функції автоматичного регулювання;
- принципи побудови автоматичних систем;
- структуру елементів та математичні моделі систем регулювання;
- принципові схеми систем регулювання вертолітних газотурбінних двигунів.

вміти:

- аналізувати та робити висновки про правильність функціонування систем регулювання;
- правильно і швидко визначати та усувати несправності в системах автоматичного регулювання.

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:	
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності в галузі транспорту або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів вивчення елементів транспортної системи і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
Спеціальні (фахові) компетентності	<p>СК-01 Здатність дотримуватися у професійній діяльності вимог міжнародних та національних нормативно-правових документів в галузі авіаційної техніки, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційної техніки та їх систем.</p> <p>СК-02 Здатність аналізувати об'єкти авіаційної техніки та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик.</p> <p>СК-03 Здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та</p>

	<p>характеристик об'єктів авіаційної техніки, їх агрегатів, систем та елементів.</p> <p>СК-04 Здатність розробляти та впроваджувати технологічні процеси, технологічне устаткування і технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації при виробництві, експлуатації, ремонті та обслуговуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.</p> <p>СК-05 Здатність розробляти та впроваджувати у виробництво технологічні процеси будівництва, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, оформлювати відповідну документацію, інструкції, правила та.</p> <p>СК-10 Здатність застосовувати методи та засоби технічних вимірювань, технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи при технічному діагностуванні об'єктів авіаційної техніки, їх систем та елементів.</p>
Програмні результати навчання	РН 3 Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту.
	РН 13 Знати основні технологічні операції, технологічне устаткування, технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації що використовуються в експлуатації, ремонті та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.
	РН 19 Здійснювати технічне діагностування об'єктів авіаційної техніки, їх систем та елементів, використовуючи ефективні засоби, відповідні технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи.

3. Програма навчальної дисципліни

ТЕМА №1 «Види та функції автоматичного регулювання».

Робочі операції та операції керування. Поняття керування, механізації та автоматизації. Визначення системи автоматичного керування. Принципи керування енергетичними об'єктами. Принцип розімкнутого керування. Принцип компенсації. Принцип зворотного зв'язку. Поняття регулювання. Комбіноване регулювання. Структурна схема та елементи системи автоматичного регулювання.

ТЕМА №2 «Системи керування витратою палива ГТД».

Задачі, які вирішують системи подачі палива в основні камери згорання ГТД. Режими роботи та програми керування ГТД. Регулюємі параметри та регулюючі фактори.

Схеми регуляторів частоти обертання. Статичний регулятор прямої дії. Астатичний регулятор непрямої дії. Статичний регулятор непрямої дії. Ізодромний регулятор. Регулятор непрямої дії з регулюванням по частоті обертання та кутовому прискоренню. Основні закони автоматичного регулювання.

Системи керування динамічністю ГТД. Часові регулятори прийманності. Регулятори прийманності по внутрішнім параметрам двигуна. Регулювання запуску ГТД.

Системи забезпечення газодинамічної стійкості компресора.

ТЕМА №3 «Елементна база систем автоматичного регулювання».

Точність регулювання. Надійність засобів автоматики. Паливні насоси. Датчики гідромеханічних регуляторів. Датчики частоти обертання ротора ГТД. Датчики тиску та перепаду тиску. Гідравлічні підсилювачі. Обчислювальні механізми. Відцентрові форсунки та клапани тиску.

ТЕМА №4 «Електронні системи керування витратою палива ГТД».

Основні поняття про електронні системи керування подачі палива в камери згорання ГТД. Особливості структури систем керування витратою палива з електронними регуляторами. Бортові аналогові керуючі машини. Бортові цифрові керуючі машини. Електронні обмежувачі температури газу.

ТЕМА №5 «Системи автоматичного регулювання турбовальних ГТД».

Принципова схема автоматичного регулювання турбовального ГТД. Особливості роботи і регулювання вільної турбіни. Система синхронізації двигунів вертолотної силової установки.

4. Структура навчальної дисципліни

4.1.1 Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни					Вид контролю	
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські	Практичні	Лабораторні заняття		Самостійна робота

			занят тя	заня ття			
Семестр №4							
Тема 1. Види та функції автоматичного регулювання.	19	1	-	2	-	16	Усне опитування
Тема 2. Системи регулювання витратою палива ГТД.	15	1	-	-	-	14	Усне опитування
Тема 3. Елементна база систем автоматичного регулювання.	19	1	-	-	-	18	Усне опитування
Тема 4. Електронні системи керування витратою палива ГТД.	13	1	-	-	-	12	Усне опитування
Тема 5. Системи автоматичного регулювання турбовальних ГТД.	24	2	-	-	2	20	Усне опитування
Всього за семестр № 4:	90	6	0	2	2	80	Залік

4.1.2. Питання, що виносяться на самостійне опрацювання

Завдання, що виносяться на самостійну роботу		Література:
Тема №1Види та функції автоматичного регулювання.		1,(с.ст.53-55)
1.	Структурна схема та елементи системи автоматичного регулювання.	
Тема №2Системи керування витратою палива ГТД.		1,(с.7-10)
1.	Задачі, які вирішують системи подачі палива в основні камери згорання ГТД.	
2.	Режими роботи та програми керування ГТД.	
3.	Регулюємі параметри та регулюючі фактори.	
Тема №3Елементна база систем автоматичного регулювання.		1,(с.233-237)
1.	Датчики гідромеханічних регуляторів.	
Тема №4Електронні системи керування витратою палива ГТД.		5,(с.73-79); 6,(с. 21-35)
1.	Особливості структури систем керування витратою палива з електронними регуляторами.	
Тема №5 Системи автоматичного регулювання турбовальних ГТД.		4,(ст.96-117)
1.	Особливості роботи і регулювання вільної турбіни.	

5. Індивідуальні завдання

5.1.1. Теми рефератів

Не передбачено

5.1.2 Теми курсових робіт

Не передбачено

5.1.3 Теми наукових робіт

Не передбачено

6. Методи навчання

З метою забезпечення кращого засвоєння здобувачами освіти поточного матеріалу передбачається під час проведення лекції максимально тісно пов'язувати цей матеріал з реальним життям, наповнювати його конкретним змістом, відображати в ньому всі активні зміни, які відбуваються у системі експлуатації авіаційної техніки, регулювальних та відновлювальних робіт.

Аудиторні заняття проводяться у формі візуального представлення аналітично-графічного матеріалу дисципліни, на яких здобувачі освіти повинні виконувати відповідні розумові, обчислювальні та практичні дії.

Самостійна робота за кожною темою передбачає вивчення теоретичних питань лекційних занять, опрацювання завдань практичних занять.

Систематично надаються аудиторні консультації за питаннями з курсу «Основи теорії автоматичного регулювання»

7. Перелік питань та завдань, що виносяться на підсумковий контроль (залік):

1. Розкрити поняття робочої операції.
2. Розкрити поняття операції керування.
3. Розкрити поняття керування.
4. Розкрити поняття механізації
5. Розкрити поняття автоматизації.
6. Дати визначення системи автоматичного керування.
7. Пояснити принцип розімкнутого керування.
8. Пояснити принцип компенсації.
9. Пояснити принцип зворотного зв'язку.
10. Розкрити поняття регулювання.
11. Пояснити принцип комбінованого регулювання.
12. Перелічити елементи системи автоматичного регулювання.
13. Дати призначення та навести приклади чутливих елементів.
14. Дати призначення та навести приклади задаючих елементів.
15. Дати призначення та навести приклади порівняльних елементів.
16. Дати призначення та навести приклади перетворюючих елементів.
17. Дати призначення та навести приклади підсилюючих елементів.
18. Дати призначення та навести приклади регулюючих органів.
19. Дати призначення та навести приклади стабілізуючих елементів.
20. Задачі, які вирішують системи подачі палива в основні камери згорання ГТД.
21. Розкрити поняття режиму роботи ГТД.

22. Розкрити поняття програми керування ГТД.
23. Розкрити поняття регулюємого параметра.
24. Розкрити поняття регулюючого фактора.
25. Дати характеристику статичному регулятору прямої дії.
26. Дати характеристику астатичному регулятору непрямої дії.
27. Дати характеристику статичному регулятору непрямої дії.
28. Дати характеристику ізодромному регулятору.
29. Дати характеристику регулятору непрямої дії з регулюванням по частоті обертання та кутовому прискоренню.
30. Перелічити основні закони автоматичного регулювання.
31. Дати характеристику часовим регуляторам прийманності.
32. Дати характеристику регуляторам прийманності по внутрішнім параметрам двигуна.
33. Дати характеристику автоматам запуску ГТД.
34. Дати характеристику системам забезпечення газодинамічної стійкості компресора.
35. Дати загальну характеристику датчикам гідромеханічних регуляторів.
36. Дати характеристику датчикам частоти обертання ротора ГТД.
37. Дати характеристику датчикам тиску та перепаду тиску.
38. Дати характеристику гідравлічним підсилювачам.
39. Дати характеристику обчислювальним механізмам.
40. Дати характеристику відцентровим форсунки.
41. Дати характеристику клапанам тиску.
42. Дати основні поняття про електронні системи керування подачі палива в камери згорання ГТД.
43. Дати особливості структури систем керування витратою палива з електронними регуляторами.
44. Дати характеристику бортовим аналоговим керуючим машинам.
45. Дати характеристику бортовим цифровим керуючим машинам.
46. Дати характеристику принципів схемі автоматичного регулювання вертолітних ГТД.
47. Дати характеристику особливості роботи і регулювання вільної турбіни.
48. Дати характеристику системам синхронізації двигунів вертолітної силової установки.

8. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання здобувачів освіти

Контрольні заходи включають у себе поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль.

До форм поточного контролю належить оцінювання:

- рівня знань під час практичних, лабораторних занять;
- якості виконання індивідуальної та самостійної роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних та лабораторних занять і має за мету перевірку засвоєння знань, умінь і навичок здобувачем освіти з навчальної дисципліни.

У ході поточного контролю проводиться систематичний вимір приросту знань, їх корекція. Результати поточного контролю заносяться викладачем до журналів обліку роботи академічної групи за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Оцінки за самостійну та індивідуальну роботи виставляються в журнали обліку роботи академічної групи окремою графою за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Результати цієї роботи враховуються під час виставлення підсумкових оцінок.

При розрахунку успішності здобувачів освіти в навчальному закладі враховуються такі види робіт: навчальні заняття (практичні, лабораторні тощо); самостійна та індивідуальна роботи (виконання домашніх завдань, ведення конспектів першоджерел та робочих зошитів, виконання розрахункових завдань, підготовка рефератів, виступи на наукових конференціях та інше); контрольні роботи (виконання тестів, контрольних робіт у вигляді, передбаченому в робочій програмі навчальної дисципліни). Вони оцінюються за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Результат навчальних занять за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок під час навчальних занять протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Результат самостійної роботи за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок з самостійної роботи, отриманих протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Здобувач освіти, який отримав оцінку «незадовільно» за навчальні заняття або самостійну роботу, зобов'язаний перескласти її.

Загальна кількість балів (оцінка), отримана здобувачем за семестр перед підсумковим контролем, розраховується як середньоарифметичне значення з

оцінок за навчальні заняття та самостійну роботу, та для переводу до 100-бальної системи помножується на коефіцієнт **10**.

$$\frac{\text{Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)}}{= \left(\frac{\text{Результат навчальних занять за семестр}}{+ \frac{\text{Результат самостійної роботи за семестр}}{2}} \right) \cdot 10}$$

Підсумковий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на певному ступені вищої освіти або на окремих його завершених етапах.

Для обліку результатів підсумкового контролю використовується поточно-накопичувальна інформація, яка реєструється в журналах обліку роботи академічної групи. Результати підсумкового контролю з дисциплін відображаються у відомостях обліку успішності, навчальних картках здобувачів освіти, залікових книжках. **Присутність здобувачів освіти на проведенні підсумкового контролю (заліку) обов'язкова.** Якщо здобувач освіти не з'явився на підсумковий контроль (залік), то науково-педагогічний працівник ставить у відомість обліку успішності відмітку «не з'явився».

Підсумковий контроль (залік) оцінюється за національною шкалою. Для переводу результатів, набраних на підсумковому контролі (заліку), з національної системи оцінювання в 100-бальну вводиться коефіцієнт **10**, таким чином максимальна кількість балів на підсумковому контролі (заліку), які використовуються при розрахунку успішності здобувачів освіти, становить - **50**

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру та балів, набраних на підсумковому контролі (заліку).

$$\frac{\text{Підсумкові бали навчальної дисципліни}}{=} \frac{\text{Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)}}{+ \frac{\text{Кількість балів за підсумковим контролем}}{2}}$$

Здобувач освіти, який під час складання підсумкового контролю отримав оцінку «незадовільно», складає підсумковий контроль (залік) повторно. Повторне складання підсумкового контролю (заліку) допускається не більше двох разів з кожної навчальної дисципліни, у тому числі один раз – викладачеві, а другий – комісії, що створюється навчально-науковими інститутами (факультетами). Незадовільні оцінки виставляються тільки в відомостях обліку успішності. Здобувачам освіти, які отримали не більше як дві незадовільні оцінки (нижче ніж 60 балів) з навчальної дисципліни, можуть бути встановлені різні строки ліквідації академічної заборгованості, але не пізніше як за день до фактичного початку навчальних занять у наступному семестрі. Здобувачі освіти, які не ліквідували академічну заборгованість у встановлений термін,

відраховуються з навчального закладу. Особи, які одержали більше двох незадовільних оцінок (нижче ніж 60 балів) за підсумковими результатами вивчення навчальних дисциплін з урахуванням підсумкового контролю, відраховуються з навчального закладу.

Вимоги до здобувачів освіти щодо засвоєння змісту навчальної дисципліни:

Робота під час навчальних занять	Самостійна та індивідуальна робота	Підсумковий контроль
Отримати не менше 4 позитивних оцінок	Підготувати реферат, підготувати конспект за темою самостійної роботи.	Отримати за підсумковий контроль не менше 30 балів

9. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90 – 100	Відмінно (“зараховано”)	A	„Відмінно” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
80 – 89	Добре (“зараховано”)	B	„Дуже добре” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані , якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального , робота з двома-трьома незначними помилками.
75 – 79		C	„Добре” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані , якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками , робота з декількома незначними помилками або з однією–двома значними помилками.
65 – 74	Задовільно (“зараховано”)	D	„Задовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний неповністю , але прогалини не мають істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано , деякі з виконаних завдань містять помилки , робота з трьома значними помилками.
60 – 64		E	„Достатньо” – теоретичний зміст курсу освоєний частково , деякі практичні навички роботи не сформовані , частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконана , або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мініимального , робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.

21–59	Незадовільно („не зараховано”)	FX	„Умовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний частково , необхідні практичні навички роботи не сформовані , більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконано , або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального ; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота, що потребує доробки
1–20		F	„Безумовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу не освоєно , необхідні практичні навички роботи не сформовані , всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки , додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

10.Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна

1. Черкасов Б.А. «Автоматика та регулювання повітряно-реактивних двигунів». К.: Машинобудування, 1988 - 360 с.
2. Кліментовській Ю.А. «Системи автоматичного управління силовими установками літальних апаратів». Київ: КВІЦА, 2001-400 с.
3. Гуревич О.С. Системи автоматичного управління авіаційними ГТД. К.: ТОРУС ПРЕС, 2011-208 с.
4. Кеба І.В. Конструкція і льотна експлуатація авіаційного двигуна ГТД 350. К.: Вища школа, 1987. 224 с.
5. Кулик М.С., Гвоздецький І.І. Ясиніцький Е.П. Системи автоматичного керування газотурбінних двигунів і газотурбінних установок. Підруч. – К: НАУ, 2009. – 364 с.

Допоміжна література:

6. Ранченко Г.С. Спосіб керування газотурбінним двигуном. ПАТ «Елемент», Одеса, 2013 р.
7. Волков Д.І. Спосіб керування дводвигуновою силовою установкою гелікоптера. ПАТ «Елемент», Одеса, 2013 р.
8. Кеба І.В. «Конструкція і льотна експлуатація вертолітного двигуна ТВ2-117А». К.: Вища школа, 1990- 230 с.
9. М.С.Кулик, О.А.Тамаргазін, В.В.Козлов. Конструкція, міцність та надійність газотурбінних установок і компресорів: підруч. – К.: НАУ, 2009. – 480 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

- 10.https://www.twirpx.com/files/science/transport/aircrafting/reference_helicopter_operation/

11. <https://profbook.com.ua/gasoturbinni-dvyguny.html>
12. <https://www.yakaboo.ua/ua/konstrukcija-micnist-ta-nadijnist-gazoturbinnih-ustanovok-i-kompresoriv.html>