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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
з навчальної дисципліни
«Конструкція і експлуатація двигуна ГТД-350»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Аеронавігація

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 № 8

СХВАЛЕНО
Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 № 2

ПОГОДЖЕНО
Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021р. № 1

Розробники:
1.Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Царенко Андрій Олександрович

Рецензенти:
1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.
2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.

1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Тема № 1. Загальні знання про двигун, його основні дані, режими роботи та характеристики.	10	4	0	2	0	4	**Усне опитування Тестування**
Тема № 2. Компресор двигуна.	6	2	0	0	0	4	**Усне опитування**
Тема № 3. Камера згорання.	6	2	0	0	0	4	**Усне опитування**
Тема № 4. Турбіни двигуна та вихлопне улаштування.	6	2	0	0	0	4	**Усне опитування**
Тема № 5. Передачі та приводи двигуна.	6	2	0	0	0	4	**Тестування**
Тема № 6. Система змазки та суфлювання.	6	2	0	0	0	4	**Усне опитування**
Тема № 7. Система подачі палива та автоматичного регулювання двигуна.	20	4	0	6	0	8	**Усне опитування Тестування**
Тема № 8. Протильодова система та система перепуску повітря.	5	1	0	0	0	4	**Усне опитування**
Тема № 9. Система пуску двигуна.	5	1	0	0	0	4	**Усне опитування**
Тема № 10. Льотна експлуатація двигуна.	7	0	0	2	0	5	**Усне опитування**
Всього:	**75**	**20**	**0**	**10**	**0**	**45**	**Залік**

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 1. Загальні знання про двигун, його основні дані, режими роботи та характеристики.

Практичне заняття № 1: Загальні знання про двигун, його основні дані, режими роботи та характеристики.

Навчальна мета заняття: закріпити знання експлуатаційних даних двигуна, навчитися обчислювати режими роботи двигуна при різних кліматичних умовах.

Кількість годин 2. Місце проведення: спеціалізована лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Режими роботи двигуна і чим вони обумовлені. Правила визначення основних режимів перед польотом і в польоті.
2. Дросельна і висотна характеристики двигуна та їхнє практичне використання.

Література: 1,(с. 3-16; 22-25)

Матеріально-технічне забезпечення занять: стенд "Технічні дані двигуна", "Режими роботи", стенд «Кабіна вертольота».

План проведення заняття:

І. Порядок проведення вступу до заняття.

Зробити огляд завдання і визначити порядок його виконання. Надати посилання на відповідні презентації.

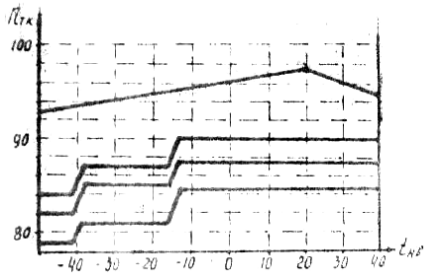
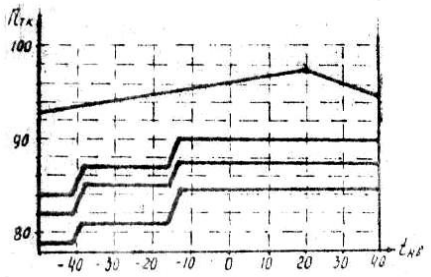
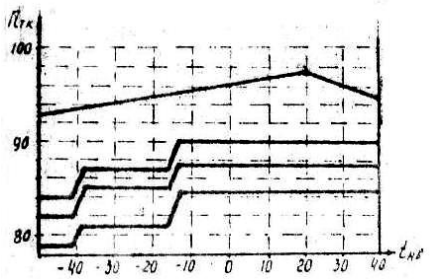
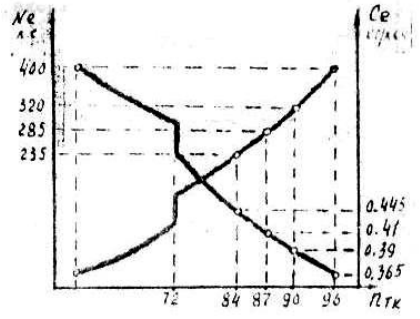
ІІ. Порядок проведення основної частини заняття.

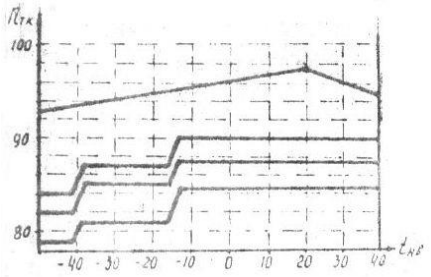
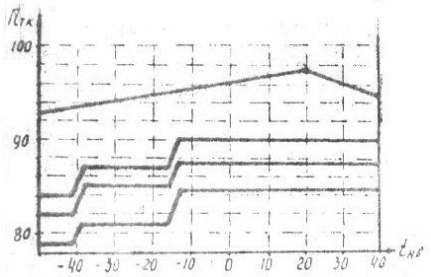
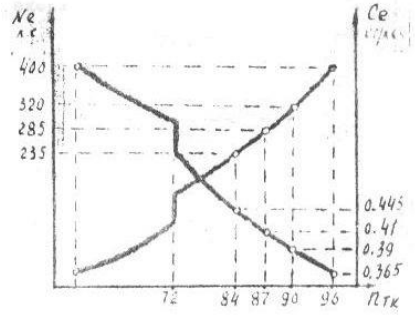
Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання повинні закріпити знання основних експлуатаційних даних двигуна, відпрацювати дії по визначенню режимів роботи двигуна для атмосферних умов реального часу, визначенню годинної витрати палива за допомогою дросельної характеристики.

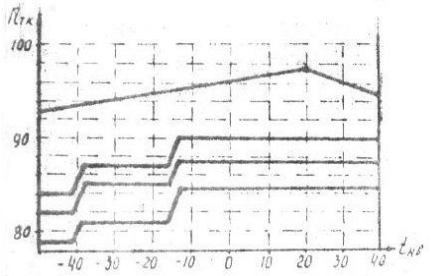
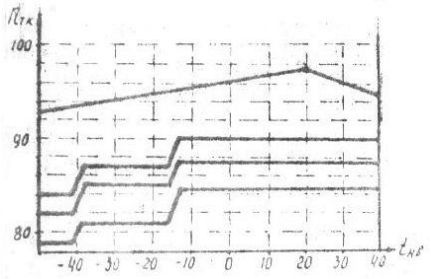
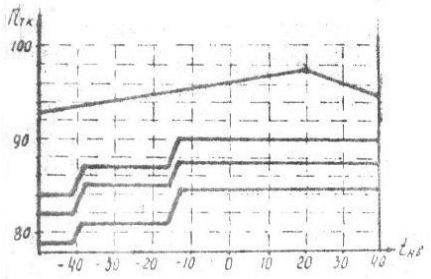
ІІІ. Порядок проведення заключної частини заняття.

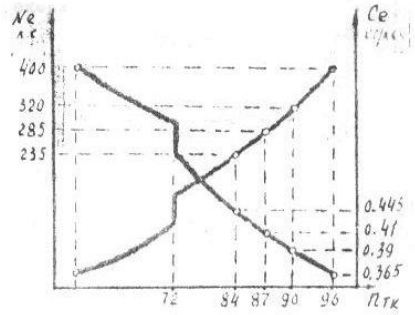
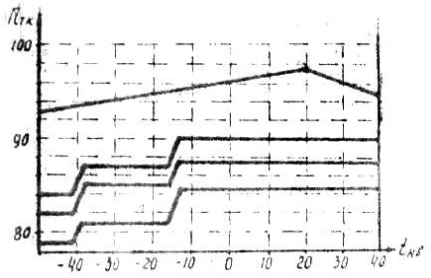
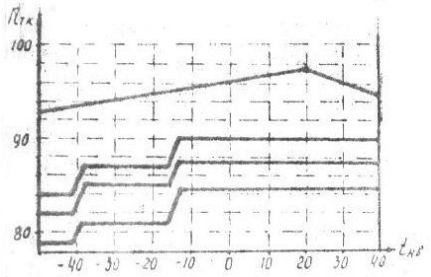
Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

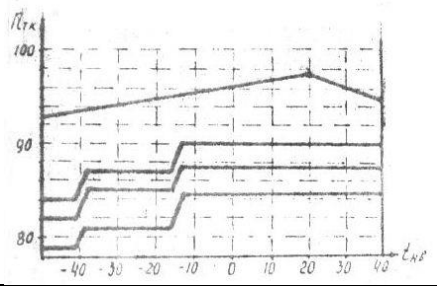
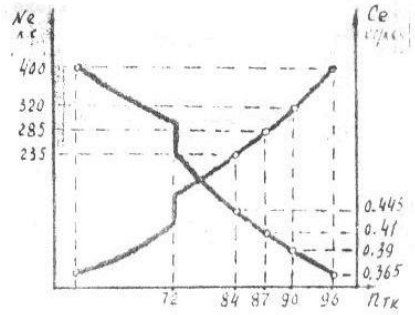
Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

	Запитання	Варіанти відповіді
1.	Вкажіть верхній поріг допустимих $n_{тк}$ на крейсерському режимі на Н=1600м. При Тнв = -20^0С 	1. 84% 2. 85% 3. 86% 4. 87%
2.	Вкажіть режим роботи двигуна, якщо n тк = 84%, Н=1200м, Тнв = -20^0С. 	1. злітний 2. номінальний 3. крейсерський 1 4. крейсерський 2
3.	Вкажіть режим роботи двигуна, якщо n тк.лів.=85%; n тк.прав.=83%; Тнв=+10^0С; Н=800м. 	1. злітний 2. номінальний 3. крейсерський 1 4. крейсерський 2
4.	Визначне годинну витрату палива при роботі на крейсерському 1 режиму. 	1. 125 кг/год 2. 117 кг/год 3. 105 кг/год 4. 101 кг/год
5.	Вкажіть допустиме падіння обертів несучого гвинта на перехідних режимах за час до 15 сек.	1. 84% 2. 79% 3. 76% 4. 60%

6.	Вкажіть температуру газів при роботі двигуна на крейсерському 1 режимі при Н=0; V=0; МСА	1. 890^{0}С 2. 840^{0}С 3. 800^{0}С 4. 790^{0}С
7.	Вкажіть допустиме підвищення обертів НГ в польоті на режимі малого газу за час до 5 сек.	1. 96% 2. 92% 3. 91% 4. 86%
8.	Вкажіть допустимий час безперервної роботи на крейсерському 2 режимі.	1. 60 хв. 2. 20 хв. 3. 30 сек. 4. не обмежений
9.	Вкажіть верхній граничний поріг допустимих $n_{тк.лів.}$ на номінальному режимі на Н=2600м. При Тнв = -20^{0}С.	1. 85% 2. 87% 3. 89% 4. 91%
10.	Вкажіть режим роботи двигуна, якщо $n_{тк}$ =86%; Тнв=-25^{0}С; Н=1700м. 	1. злітний 2. номінальний 3. крейсерський 1 4. крейсерський 2
11.	Вкажіть режим роботи двигуна, якщо $n_{тк.\,лів.}$=84%; $n_{тк.\,прав.}$=85%; Тнв=+10^{0}С; Н=800м. 	1. злітний 2. номінальний 3. крейсерський 1 4. крейсерський 2
12.	Визначте годинну витрату палива при роботі двигуна на номінальному режимі. 	1. 105 кг/год 2. 117 кг/год 3. 125 кг/год 4. 146 кг/год
13.	Вкажіть максимально допустимий закид температури газів при перевірці прискорення двигуна.	1. 890^{0}С 2. 925^{0}С 3. 970^{0}С 4. 990^{0}С

14.	Вкажіть оберти несучого гвинта на злітному режимі при Н=0; V=0; МСА	1. 92 ± 1% 2. 86 ± 1% 3. 79 ± 1% 4. 76 ± 1%
15.	Вкажіть максимально допустимі $n_{тк}$ злітного режиму на всіх швидкостях та висотах польоту.	1. 91% 2. 95% 3. 96% 4. 101%
16.	Вкажіть час вибігу ротора турбокомпресора.	1. не більше 40 с. 2. не більше 25 с. 3. не менше 25 с. 4. не менше 15 с.
17.	Вкажіть верхній поріг допустимих $n_{тк.}$ на номінальному режимі на Н=1600м. при Тнв=+10^{0}С 	1. 88% 2. 90% 3. 92% 4. 94%
18.	Вкажіть режим роботи двигуна, якщо $n_{тк}$ =92%; Тнв=+5^{0}С Н=1100м. 	1. злітний 2. номінальний 3. крейсерський 1 4. крейсерський 2
19.	Вкажіть режим роботи двигуна, якщо $n_{тк.\,лів.}$=91%; $n_{тк.\,прав.}$=89%; Тнв=+30^{0}С; Н=400м. 	1. злітний 2. номінальний 3. крейсерський 1 4. крейсерський 2

20.	Визначте годинну витрату палива при роботі двигуна на крейсерському 2 режимі. 	1. 97 кг/год 2. 105 кг/год 3. 117 кг/год 4. 128 кг/год
21.	Вкажіть максимально допустиму температуру газів при роботі двигуна на крейсерському режимі.	1. 860^0C 2. 890^0C 3. 925^0C 4. 940^0C
22.	Вкажіть оберти несучого гвинта на номінальному режимі при Н=0; V=0; МСА	1. 87 ± 1% 2. 84 ± 1% 3. 82 ± 1% 4. 79 ± 1%
23.	Вкажіть максимально допустимі $n_{тк}$ номінального режиму на всіх швидкостях та висотах польоту (не вище):	1. 101% 2. 96% 3. 95% 4. 91%
24.	Вкажіть допустимий час безперервної роботи двигуна на режимі малого газу.	1. 20 хв. 2. 6 хв. 3. 25 сек. 4. не обмежений
25.	Вкажіть верхній поріг допустимих $n_{тк}$ на крейсерському 1 режимі на Н=1700м. при Тнв=0^0С. 	1. 86% 2. 87,5% 3. 89% 4. 89,5%
26.	Вкажіть режим роботи двигуна, якщо $n_{тк}$ =91%; Тнв=+20^0С; Н=1600м. 	1. злітний 2. номінальний 3. крейсерський 1 4. крейсерський 2

27.	Вкажіть режим роботи двигуна, якщо n $_{тк. лів.}$=88%; n $_{тк. прав.}$=87%; Тнв=-5^{0}С; Н=700м. 	1. злітний 2. номінальний 3. крейсерський 1 4. крейсерський 2
28.	Визначте годинну витрату палива при роботі двигуна на злітному режимі. 	1. 160 кг/год 2. 146 кг/год 3. 125 кг/год 4. 117 кг/год
29.	Вкажіть температуру газів при роботі двигуна на номінальному режимі при Н=0;V=0; МСА.	1. 940^{0}С 2. 860^{0}С 3. 890^{0}С 4. 840^{0}С
30.	Вкажіть допустимі оберти несучого гвинта на перехідному режиму на час до 30 сек.	1. 95% 2. 92% 3. 86% 4. 76%
31.	Вкажіть максимально допустимі $n_{тк}$ крейсерського 1 режиму на всіх швидкостях та висотах польоту.	1. 95% 2. 91% 3. 90% 4. 87,5%
32.	Вкажіть допустимий час безперервної роботи двигуна на номінальному режимі.	1. не обмежений 2. 60 хв. 3. 20 хв. 4. 6 хв.

Тема № 7. Система подачі палива та автоматичного регулювання двигуна.
Практичне заняття № 2. Система подачі палива та автоматичного регулювання двигуна.

Навчальна мета заняття: закріпити знання принципу устрою, роботи та експлуатації систем двигуна.

Кількість годин 8. Місце проведення: спеціалізована лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Вивчення улаштування, принципу роботи агрегатів системи паливоживлення і регулювання двигуна;

2. Контроль за роботою системи на землі та в польоті. Аналіз відмов, можливих в експлуатації.

Література: 2,(с. 88-95;107-113)

Матеріально-технічне забезпечення занять: Стенд " Система паливопостачання та автоматичного регулювання", двигун ГТД-350.

План проведення заняття:

І. Порядок проведення вступу до заняття.

Зробити огляд завдання і визначити порядок його виконання. Надати посилання на відповідні презентації.

ІІ. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання повинні дослідити склад та роботу системи двигуна, виконати аналіз характерних несправностей системи.

ІІІ. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

1. Яке призначення систем паливної та автоматичного регулювання двигуна?
2. Які основні вимоги пред'являються до паливної системи і системи автоматичного регулювання? Які сорти палива дозволяється застосовувати для заправки паливної системи?
3. Який часовий витрата палива на два двигуна залежно від виду польотів вертольота?
4. Які елементи входять до системи низького тиску, високого тиску, пускової паливної та дренажу?
5. Пояснити роботу системи низького тиску.
6. Пояснити принципову схему системи автоматичного регулювання двигуна.
7. Дати визначення програми регулювання двигуна на різних режимах його роботи.
8. Які основні елементи утворюють насос-регулятор НР-40ТА і їх призначення?
9. Пояснити роботу насоса високого тиску агрегату НР-40ТА.
10. Пояснити фізичну сутність кавітації, її наслідки до причини виникнення.
11. Пояснити роботу дозуючої голки і клапана постійного перепаду тисків.
12. Пояснити роботу автомата запуску.
13. Пояснити роботу регулятора частоти обертання турбокомпресора.
14. Вказати призначення клапана мінімального тиску палива. Коли він спрацьовує?
15. Дати визначення приведеної частоти обертання турбокомпресора. Яким чином проводиться її обмеження?
16. Пояснити роботу регулятора РО-40ТА.
17. Пояснити роботу системи захисту турбіни гвинта від розкрутки.
18. На якій частоті обертання і яким чином проводиться перевірка справності СЗТВ?
19. Для якої мети і яким чином проводиться синхронізація режимів роботи двигунів?
20. Пояснити пристрій і роботу паливної форсунки.
21. Пояснити пристрій і роботу дренажної системи.
22. Яким чином здійснюється контроль роботи систем паливної та регулювання?

23. Яким чином здійснюється управління роботою систем паливної та регулювання?

24. До яких наслідків призводить відмова підкачувальних насосів? Пояснити дії екіпажу вертольота.

25. З якої причини двигун не збільшує частоту обертання з режиму $n_{ТК}$ =57±3% при повороті рукоятки корекції вправо?

26. Пояснити причини самовільного виходу двигуна на підвищений режим після запуску. Які при цьому повинні бути дії екіпажу вертольота?

27. Пояснити причини несинхронної роботи двигунів на сталих режимах і дії екіпажу вертольота при цьому.

28. Пояснити причини розкачки частоти обертання турбокомпресорів і дії екіпажу вертольота при цьому.

29. З яких причин може збільшуватися час приємистості двигунів?

30. З яких причин можливий закид температури газу перед турбіною в процесі приємистості та які при цьому повинні бути дії екіпажу вертольота?

31. Пояснити причини самовільної розкрутки несучого гвинта вертольота і дії екіпажу вертольота при цьому.

32. Пояснити причини самовільного збільшення $n_{НВ}$ при зменшенні кроку і дії екіпажу вертольота при цьому.

Тема № 10. Льотна експлуатація двигуна.

Практичне заняття № 3. Льотна експлуатація двигуна.

Навчальна мета заняття: ознайомлення з виконанням процедур в кабіні вертольота.

Кількість годин 2. Місце проведення: спеціалізована лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Виконання перед польотного огляду силової установки;
2. Виконання підготовки до запуску двигунів;
3. Виконання запуску двигунів;
4. Виконання прогріву двигунів;
5. Виконання опробування двигунів;

Література: 2,(с. стор.123-136).

Матеріально-технічне забезпечення занять: Електрифікований стенд "Кабіна вертольота",тренажер СТКП Мі-2.

План проведення заняття:

І. Порядок проведення вступу до заняття.

Зробити огляд завдання і визначити порядок його виконання. Надати посилання на відповідні презентації.

ІІ. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання ознайомитись з правилами та порядком виконання перед польотного огляду силової установки, підготовки до запуску двигунів, запуску двигунів, прогріву двигунів, опробування двигунів.

ІІІ. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

1. Які заходи безпеки необхідно виконувати при підготовці двигуна до запуску?
2. Який порядок підготовки двигуна до запуску?
3. У чому полягає небезпека запуску двигуна при неправильному положенні рукоятки корекції, важеля «крок - газ», важеля роздільного управління двигуна?
4. Пояснити порядок запуску двигуна від наземного джерела, бортових акумуляторів, генератора працюючого двигуна.
5. Які параметри необхідно контролювати в процесі запуску двигуна?
6. У яких випадках і яким чином припиняється запуск двигуна?
7. У яких випадках дозволяється проводити повторний запуск двигунів?
8. Вказати значення основних параметрів двигуна при роботі на режимі малого газу.
9. При яких параметрах двигун вважається прогрітим і його можна виводити на режим вище малого газу?
10. Який порядок роздільного випробування двигунів?
11. Який порядок спільного опробування двигунів?
12. Вказати значення основних параметрів двигуна на крейсерських, номінальному і злітному режимах при СА.
13. У яких випадках і яким чином проводиться екстрений останов двигуна?
14. Який порядок нормальної зупинки двигуна?
15. У яких випадках і яким чином проводиться холодна прокрутка двигуна?
16. Дати характеристику помилкового запуску двигуна.
17. На яких режимах роботи двигуна проводиться зліт і набір висоти вертольотом?
18. Які граничні значення $n_{ТК}$, $Т_Г$, $n_{НВ}$ допускаються в процесі набору висоти? Які дії екіпажу вертольота при підвищенні цих значень?
19. Які режими двигуна доцільно використовувати при польоті вертольота на дальність, на тривалість?
20. Які граничні значення $n_{НВ}$ допускаються при плануванні вертольота?
21. Який порядок зупинки двигуна в польоті з навчальною метою?
22. Який порядок запуску двигуна в польоті?
23. Пояснити дії екіпажу вертольота при відмові одного і двох двигунів.
24. Які дії повинен виконати екіпаж вертольота при самовільному збільшенні $n_{НВ}$, відмові підкачувальних насосів, відмові одного з приладів, контролюючих роботу двигуна?

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

Основна література:

1. Кеба І.В. Конструкція і льотна експлуатація авіаційного двигуна ГТД 350. Москва: Транспорт, 1987. 224 с.
2. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-2 з двигуном ГТД-350. Москва: Редіздат, 1975. 452 с.

Допоміжна література:

3. Царенко А.О. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінній двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.

4. Кеба І.В. Льотна експлуатація вертолітних ГТД. Москва: Транспорт, 1976. 278 с.
5. Нікітін Є.І. Турбовальний двигун ГТД-350. Москва: ДОСААФ СРСР, 1978. 192 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

-