


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Михайло ОРЛОВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

« 30 » 08 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

***ДІАГНОСТИКА ТА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ТА АВІАДВИГУНІВ***

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

27 «Транспорт»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність

272 «Авіаційний транспорт»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма

Технічне обслуговування
та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти

другий (магістерський)

Харків 2023 рік

Розробник

Сергій СУХОВІЙ, доц. каф. 203, к.т.н., доц.

(ім'я та прізвище, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

Конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

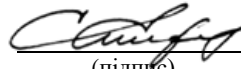
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2023 р.

Завідувач каф. 203

д.т.н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Сергій ЄПІФАНОВ

(ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: <u>27 «Транспорт»</u> (шифр і назва)	Обов'язкова
Кількість модулів – 2	Спеціальність 272 «Авіаційний транспорт» (шифр і назва)	Навчальний рік 2023 / 2024
Кількість змістових модулів – 2		Семестр 2-й
Індивідуальне завдання		
Розрахунково-графічна робота на тему: «Аналіз технічного стану двигуна за його віброакустичними сигналами» (назва)		
Загальна кількість годин – денна – 48*/120		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,5		Рівень вищої освіти <u>другий (магістерський)</u>
	Лекції* 32 год.	
	Практичні, семінарські* 16 год.	
	Лабораторні* –	
	Самостійна робота 72 год.	
	Вид контролю модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання: 48/72

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування у студентів наукової бази, теоретичних знань та практичних навичок щодо діагностування авіаційної техніки. Дослідження зміни стану повітряних суден та авіаційних газотурбінних двигунів.

Завдання: закріплення теоретичних знань і умінь, оволодіння методикою дослідження та проведення експериментів в реальних умовах практичної діяльності фахівців, розвиток творчих здібностей, уміння застосувати набуті знання на практиці.

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

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері авіаційного транспорту або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- ЗК 01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК 04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК 05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК 07. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК 09. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК 01. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та прикладні проекти в сфері авіаційного транспорту.

СК 02. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних міждисциплінарних проблем в авіаційного транспорту.

СК 04. Здатність інтегрувати знання та вирішувати складні наукові та виробничі проблеми у сфері авіаційного транспорту, з урахуванням ширшого міждисциплінарного інженерного контексту.

СК 05. Здатність управляти технологічними процесами у сфері авіаційного транспорту, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

СК 06. Здатність впроваджувати сучасні технології, досліджувати, аналізувати та вдосконалювати технологічні процеси авіаційного транспорту.

СК 07. Здатність обирати оптимальні матеріали, обладнання та заходи для реалізації новітніх технологій на авіаційному транспорті.

Додатково для освітньо-наукових програм

СК 08. Здатність планувати, організовувати та здійснювати наукові дослідження у сфері авіаційного транспорту.

СК 09. Здатність застосовувати сучасні методи моделювання та експериментального дослідження об'єктів і технологічних процесів авіаційного транспорту.

Програмні результати навчання:

РН 01 Застосовувати сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, цифрові технології, методи аналізу даних для розв'язання складних задач авіаційного транспорту.

РН 02 Розв'язувати складні задачі створення, експлуатації, утримання, ремонту та утилізації об'єктів авіаційного транспорту, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, екологією та економікою.

РН 03 Вільно презентувати та обговорювати результати досліджень та інновацій, інші питання професійної діяльності державною мовою та англійською або однією з мов країн Європейського Союзу в усній та письмовій формах.

РН 04 Розробляти та реалізовувати нові технічні рішення та застосовувати нові технології.

РН 08 Розробляти та аналізувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі, що стосуються створення, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту об'єктів авіаційного транспорту.

РН 12 Приймати ефективні рішення з питань авіаційного транспорту, у тому числі у складних і непередбачуваних умовах; прогнозувати його розвиток; визначати фактори, що впливають на досягнення поставлених цілей; аналізувати і порівнювати альтернативи; оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень.

РН 13 Забезпечувати якість виробництва та експлуатації у сфері авіаційного транспорту.

РН 14 Відшукувати необхідні дані в науковій літературі, базах даних та інших джерелах, аналізувати, оцінювати та використовувати ці дані.

РН 15 Визначати властивості та характеристики, розраховувати параметри об'єктів авіаційного транспорту.

Додатково для освітньо-наукових програм

РН 17 Планувати і виконувати наукові дослідження в сфері авіаційного транспорту, формулювати і перевіряти гіпотези, будувати моделі, обирати методики та інструменти, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки.

РН 18 Використовувати в науково-технічній діяльності принципи та методи системного аналізу, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки між значущими факторами та техніко-економічними характеристиками.

Пререквізити – *Вища математика, Фізика, Теорія повітряно-реактивних двигунів, Деталі машин та основи конструювання, Конструкція і міцність авіаційних двигунів, Термодинаміка і теплообмін, Гідравліка, Хімія і основи екології*

Кореквізити – *Інформаційні технології забезпечення процесів технічного обслуговування авіаційної техніки*

Міждисциплінарні зв'язки: Інженерний аналіз елементів авіаційної техніки

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль № 1

Лекційні заняття

ТЕМА 1. Вступ до дисципліни. Роль визначення технічного стану ПС та АД в експлуатації авіаційної техніки. Рекомендована література. Вимоги нормативних документів (АП-25, АП-29, АП-33, FAR-33 та ін.) з питань діагностики авіаційної техніки. Впровадження в системи обслуговування транспортних засобів технічного діагностування. Передбачення виникнення авіаційних пригод. Зниження витрат на експлуатацію ПС. Попередження екіпажу ПС про несправності АТ, що виникли у польоті.

ТЕМА 2. Аналіз розвитку систем діагностування авіаційної техніки при експлуатації ПС та АД. Технічний прогрес на транспорті та в авіаційно-космічній техніці. Основні тенденції розвитку авіаційних діагностичних систем. Підвищення кількості функцій, тенденція до поширення зв'язків діагностичних систем з іншими системами, тенденція до створення універсальних авіаційних діагностичних систем, модульність.

ТЕМА 3. Методи пошуку несправностей ПС та АД за діагностичною інформацією. Стратегії експлуатації ПС та АД. Види та засоби одержання інформації про ПС та АД при різних стратегіях експлуатації. Інформативність вимірюваних параметрів. Використання отриманої інформації для оцінки стану ПС та АД. Діагностування під час роботи об'єкта або в непрацюючому стані. Використання трендів, таблиць впливу та діагностичних матриць.

ТЕМА 4. Конструкція, схеми та принципи дії датчиків і сигналізаторів, які використовуються в експлуатації ПС та АД. Класифікація бортових вимірювально-обчислювальних комплексів (БВОК) та авіаційних приладів за призначенням. Фізичні принципи вимірювання параметрів систем ПС та АД. Умови роботи. Технічні характеристики та конструкція датчиків для вимірювання частот обертання, температур, витрат, лінійних та кутових пересувань, вібрації, сигналізаторів

граничних значень параметрів та ін. Вплив відмов датчиків на результати діагностування. Сучасний стан авіаційних вимірювальних приладів.

ТЕМА 5. Основні відмови та несправності гідравлічних систем ПС та АД. Зовнішня негерметичність агрегатів. Фізична суттєвість появи внутрішньої негерметичності. Діагностування стану гідравлічної системи за витокком робочої рідини, пошук причин відмов. Виявлення пошкоджень агрегатів гідросистем. Діагностування гідравлічних насосів, клапанів, фільтрів.

ТЕМА 6. Використання методів діагностування, які базуються на ресстрації вібраційних параметрів. Термінологія, історія розвитку віброакустики та віброакустичної діагностики. Призначення і специфіка віброакустичної діагностики. Перелік задач віброакустичної діагностики і напрямки їхнього розв'язання. Структура систем віброакустичної діагностики.

ТЕМА 7. Вимірювальні перетворювачі вібрації. Класифікація вимірювальних перетворювачів. Перетворювачі інерційної дії. П'єзоелектричні перетворювачі. Індукційні і індуктивні перетворювачі. Частотний і динамічний діапазон перетворювачів різних типів, переваги та недоліки, умови використання та обмеження. Схеми перетворювачів. Вибір місць встановлення датчиків на об'єкті діагностування.

Модульний контроль

Модуль 2

Змістовий модуль № 2

Лекційні заняття

ТЕМА 8. Джерела вібрації ПС та АД. Роторна вібрація, вібрація аеродинамічного походження; вібрація, яка збуджується процесами в газоповітряному тракті; вібрація, яка збуджується редуکتорами і зубчастими передачами; вібрація підшипникових вузлів; вібрація, яка збуджується коливаннями лопаток і дисків. Акустичний шум ГТД. Вібрація агрегатів і трубопроводів. Вібрація силового корпусу ГТД. Особливості вібрації в авіаційних ДВЗ. Приклади реальних віброакустичних сигналів справних і дефектних об'єктів. Типові несправності, які можливо діагностувати за результатами обробки вібрацій.

ТЕМА 9. Методи оброблення вібросигналів. Класифікація і способи зображення віброакустичних процесів. Спектрально-кореляційний аналіз віброакустичних процесів. Характеристики випадкових процесів. Кліпування спектру і синхронна гребінчаста фільтрація. Кепстральний аналіз. Виявлення схованої періодичності за допомогою функції кореляції.

ТЕМА 10. Моделювання у віброакустиці. Математичні моделі вібрації. Динамічна модель ГТД. Моделі вібрації агрегатів. Особливості коливань параметричних і нелінійних систем.

ТЕМА 11. Розпізнавання технічного стану елементів та систем двигуна за віброакустичною інформацією. Розпізнавання за зміною вібрації у процесі роботи об'єкта на підставі еталонних комплексів діагностичних ознак, методами статистичної класифікації. Розпізнавання за обмеженої кількості діагностичних ознак. Діагностування технічного стану підшипників.

ТЕМА 12. Перспективи розвитку віброакустичної діагностики.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 Змістовий модуль 1					
Вступ до дисципліни.	4	2	-	-	2
Аналіз розвитку систем діагностування авіаційної техніки при експлуатації ПС та АД.	6	2	-	-	4
Методи пошуку несправностей ПС та АД за діагностичною інформацією.	10	2	2	-	6

Конструкція, схеми та принципи дії датчиків і сигналізаторів, які використовуються в експлуатації ПС та АД.	8	2	2	-	4
Основні відмови та несправності гідравлічних систем ПС та АД. Зовнішня негерметичність агрегатів.	8	2	2	-	4
Використання методів діагностування, які базуються на реєстрації вібраційних параметрів.	6	2	-	-	4
Вимірювальні перетворювачі вібрації, їх частотний і динамічний діапазон.	7	1	2	-	4
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	50	14	8	-	26
Модуль 2 Змістовий модуль 2					
Джерела вібрації ПС та АД.	8	2	2	-	4
Методи оброблення вібросигналів	11	4	2	-	5
Моделювання у віброакустиці	10	4	2	-	4
Розпізнавання технічного стану елементів та систем двигуна за віброакустичною інформацією.	14	4	2	-	8
Перспективи розвитку віброакустичної діагностики	6	3	-	-	3
Модульний контроль	1	1	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	50	18	8	-	24
Індивідуальне завдання					
Розрахунково-графічна робота на тему: «Аналіз технічного стану двигуна за його віброакустичними сигналами»	20	-	-	-	20
Контрольний захід					
Усього годин	120	32	16	-	72

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	0

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Формування таблиці впливу, побудова та аналіз діагностичної матриці турбовального ГТД	2
2	Вивчення призначення, типів, характеристик і конструкції датчиків та сигналізаторів	2
3	Діагностування вузлів турбовального ГТД за параметрами паливної системи і системи змащування. Огляд і технічне обслуговування паливних і мастильних фільтрів	2
4	Типи, конструкція, характеристики та галузі використання перетворювачів вібрації різних типів	2
5	Джерела вібрації ПС та АД, розрахунок частот збудження вібрації у авіаційному двигуні	2
6	Вимірювання вібрації турбореактивного двигуна під час його роботи. Оцінка стану ГТД за загальним рівнем вібрації	2

7	Побудова моделі підшипникового вузла для діагностики за вібраційними сигналами. Експериментальне дослідження стану підшипників, визначення дефектів вузла	2
8	Методи візуального діагностування. Маршрути огляду літака і вертольота. Оцінка технічного стану проточної частини двигуна за допомогою оптичних ендоскопів	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	0

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Роль визначення технічного стану ПС та АД в експлуатації авіаційної техніки ([1], стор.5 – 8; [2], стор.7 – 24; [4], стор.41– 46)	2
2	Аналіз розвитку систем діагностування авіаційної техніки ([1], стор. 8 – 16; [4], стор. 441 – 461)	4
3	Методи пошуку несправностей ПС та АД за діагностичною інформацією ([1], стор. 91 – 93, [4], стор. 87 – 92)	6
4	Конструкція, схеми та принципи дії датчиків і сигналізаторів, які використовуються в експлуатації ПС та АД ([1], стор. 27 – 41, [2], стор. 59 – 128, [5], стор. 42 – 55)	4
5	Основні відмови та несправності гідравлічних систем ПС та АД. Побудова діагностичної моделі гідравлічної системи ([4], стор. 211 – 223, [2], стор. 343 - 345, 650 – 656, [4], стор. 211 – 223)	4
6	Використання методів діагностування, які базуються на реєстрації вібраційних параметрів ([2], стор. 128 – 140, [4], стор. 243 – 274, 432 – 440, [5], стор. 5 – 30)	4
7	Вимірювальні перетворювачі вібрації ([2], стор. 131 – 133, [5], стор. 42 – 53)	4
8	Джерела вібрації ПС та АД ([4], стор.243 - 274, [5], стор.18 – 32)	4
9	Методи оброблення вібросигналів ([5], розділ 7)	5
10	Моделювання у віброакустиці ([4], розділ 4.3, [5], розділ 5)	4
11	Розпізнавання технічного стану елементів та систем двигуна за віброакустичною інформацією ([5], розд. 8)	8
12	Інструментальні методи діагностування. Перспективи розвитку віброакустичної діагностики ([1], гл. 4, [4], гл. 6, [5], розд. 9)	3
13	Розрахунково-графічна робота	20
	Разом	72

9. Індивідуальні завдання

1. Розрахунково-графічна робота на тему: *«Аналіз технічного стану двигуна за його віброакустичними сигналами»*.

Опис конструкції двигуна, розрахунок частот у залежності від режиму роботи і конструктивних особливостей.

Визначення амплітуд спектральних складових для справного двигуна, побудова «маски».

Аналіз віброграм несправних двигунів, визначення імовірної причини несправності.

Оформлення пояснювальної записки, захист роботи.

10. Методи навчання

Основні форми навчання:

- лекційна;
- лабораторні роботи;
- домашнє завдання (розрахунково-графічна робота);
- індивідуальна самостійна робота студента;
- іспит.

На лекції студентів даються основні поняття, основи теорії, закономірності, необхідні для підготовки до виконання лабораторних робіт, самостійної роботи.

Лекція розв'язує тільки одну дидактичну задачу – дає первісне знайомство з темою, організовує первісне сприйняття матеріалу, формулює основні проблеми.

Проведення лабораторних робіт базується на словесному (аналітичному) описанні об'єкта (літака, двигуна, системи або вузла) й на матеріальному його відображенні за допомогою спеціальних дидактичних матеріалів (розрізні макети, плакати лабораторні досліджувані установки та ін.). Під час проведення лабораторних робіт використовується бригадний характер праці студентів.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенти поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до проведення лабораторних робіт, виконують домашню розрахунково-графічну роботу.

Питання для самостійної роботи студентів

Модуль 1

Змістовий модуль 1

1. Впровадження в системи обслуговування ПС засобів технічного діагностування.
2. Попередження виникнення авіаційних подій.
3. Попередження екіпажу ПС про несправності, що виникли в польоті.
4. Збільшення кількості функцій, розширення зв'язків діагностичних систем з іншими системами ПС і АД.
5. Види і способи отримання інформації про ПС і АД при різних стратегіях експлуатації.
6. Інформативність параметрів, що вимірюються.
7. Діагностика при роботі об'єкта або на об'єкті, який не працює.
8. Використання трендів, таблиць впливу і діагностичних матриць.
9. Класифікація бортових вимірювально-обчислювальних комплексів і авіаційних приладів.
10. Фізичні принципи вимірювання параметрів систем ПС і АД, умови роботи. Капілярні методи. Оптичні ендоскопи.
11. Технічні характеристики і конструкція датчиків для вимірювання параметрів ПС і АД.
12. Вплив відмов датчиків на режими роботи двигуна і результати діагностування.
13. Діагностування стану гідравлічних систем ПС і АД.
14. Класифікація відмов і несправностей.
15. Методи визначення причин відмов: послідовний аналіз.
16. Методи визначення причин відмов: метод послідовних виключень.
17. Методи визначення причин відмов: метод «трудовитрати - ймовірність».
18. Методи визначення причин відмов: метод послідовного розподілу на підгрупи.
19. Методи визначення причин відмов: метод послідовних відключень.
20. Основні вимоги, що пред'являються до неруйнуючих методів контролю і дефектоскопії.
21. Датчики частоти обертання.
22. Датчики температури.
23. Датчики тиску.
24. Системи вимірювання витрати палива.
25. Вимірювання лінійних та кутових переміщень. Рівнеміри.
26. Сигналізатори, які використовуються в системах контролю двигунів.
27. Аналого-цифрові перетворювачі.

Модуль 2

Змістовий модуль 2

28. Специфіка і завдання віброакустичної діагностики.
29. Класифікація вібраційних процесів (низькочастотні, середньочастотні, високочастотні).
30. Параметри, що характеризують вібрації ГТД.
31. Вибір діагностичних параметрів вібрації.
32. Логарифмічна частотна шкала.
33. Лінійний і логарифмічний амплітудні масштаби.
34. Роторна вібрація.
35. Вібрація аеродинамічного походження.
36. Вібрація, яка збуджується процесами у газоповітряному тракті.
37. Вібрація в редукторах і зубчастих зачеплення.
38. Акустичний шум ГТД.
39. Вібрація агрегатів і трубопроводів.
40. Вібрація підшипникових вузлів.
41. Вібрація силового корпусу.
42. Параметри вимірювальних перетворювачів вібрації.
43. Класифікація вимірювальних перетворювачів вібрації.
44. П'єзоелектричні перетворювачі.
45. Індукційні перетворювачі вібрації.
46. Індуктивні перетворювачі вібрації.
47. Резистивні перетворювачі вібрації.
48. Вимірювання акустичного шуму.
49. Розпізнавання дефектів за зміною вібрації в процесі напрацювання.
50. Розпізнавання дефектів на основі еталонних комплексів діагностичних ознак.
51. Розпізнавання дисбалансу мас ротора.
52. Розпізнавання розцентрувань роторів.
53. Технологічний і теплової дисбаланс ротора.
54. Методи діагностики дефектів підшипників.
55. Діагностика підшипників по загальному рівню вібрації.
56. Діагностика підшипників за спектрами вібрації.
57. Діагностика підшипників з використанням пік-фактора.
58. Діагностика підшипників за спектрами обвідної.

11. Методи контролю

Матеріал дисципліни розбито на два змістових модулі:

1. Методи пошуку несправностей ПС та АД за діагностичною інформацією.
2. Розпізнавання технічного стану елементів та систем двигуна за віброакустичною інформацією.

Складання модулю 1 – на 9-му тижні (один раз), складання модулю 2 – на 16-му тижні (один раз).

До складання модулів студент допускається за умови виконання всіх видів обов'язкових робіт, передбачених у модулях.

Оформлення лабораторних робіт – *письмово*, захист – *усно*.

Строк захисту домашнього завдання – *15-й* тиждень. Затримка захисту домашнього завдання на тиждень – мінус *2* бали, на 2 тижні – мінус *4* бали.

Семестр 2 – *іспит*.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	7	0...3,5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	4...6	4	16...24
Модульний контроль	5...7,5	1	5...7,5
Модуль 2			
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	9	0...4,5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	6...8	4	24...32
Модульний контроль	5...8,5	1	5...8,5
Виконання і захист РГР	10...20	1	10...20
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Допуск до іспиту надається за умов відпрацювання та здачі усіх лабораторних робіт, а також виконання та успішного захисту домашнього завдання.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох теоретичних запитань. Теоретичні запитання розподілено таким чином:

Перше запитання - змістовий модуль 1;

Друге запитання – змістовий модуль 2;

Третє запитання – тематика розрахунково-графічної роботи.

Додаткове практичне запитання стосується оптимізації системи діагностування за діагностичною або віброакустичною інформацією і надається у вигляді готової діагностичної таблиці або графіка вібраційного процесу стосовно системи або вузла двигуна, яку необхідно проаналізувати та сформулювати припущення щодо імовірної причини відмови.

Максимальна кількість балів за кожне запитання – 25.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

знати:

– призначення, принцип роботи і особливості конструкції вузлів сучасних ГТД, характер зміни газодинамічних параметрів вздовж тракту двигуна;

– призначення, принципи роботи і особливості конструкції систем ГТД, параметри, які характеризують роботу систем;

– вимоги до двигунів різного призначення, вимоги норм льотної гідності;

– статичні и динамічні навантаження, що діють на елементи ГТД, характерні зміни діагностичних параметрів під час появи небезпечних коливань або перевищенні навантажень;

– параметри, що контролюються під час випробувань двигуна та його експлуатації, способи їхньої реєстрації;

– сучасні способи і методи обробки діагностичної інформації, що реєструється;

– особливості експлуатації двигунів та їхніх систем;

– сполучення параметрів літального апарата та двигуна;

– системи контролю технічного стану ПС;

– принципи побудови методик діагностування ПС;

– методики, які застосовуються в експлуатації ПС, а також системи контролю технічного стану ПС та АД;

– порядок проведення метрологічних перевірок засобів контролю.

вміти:

– вирішувати практичні задачі по обробці діагностичних параметрів та оцінки і прогнозування технічного стану ПС, їх систем та авіаційних двигунів;

– використовувати методи, за якими здійснюється діагностування авіаційної техніки на практиці;

– урахувувати навантаження, які діють на літальний апарат від двигуна;

– визначати перелік параметрів двигуна і його систем для контролю стану двигуна й визначення причин його відмов;

– використовувати методики діагностування виробів АТ, визначати ймовірні показники діагностування, розпізнавати поведінку графічних залежностей параметрів при наявності і розвитку відмов та несправностей.

– обирати типи і характеристики датчиків та перетворювачів;

– реєструвати, обробляти та аналізувати діагностичну інформацію, робити висновки про стан двигуна;

– вирішувати практичні та теоретичні задачі з оцінки та прогнозування технічного стану ПС на основі даних бортових та наземних систем.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та захистити індивідуальне завдання (розрахунково-графічну роботу). Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати сучасні способи і методи обробки діагностичної інформації, що реєструється, особливості експлуатації двигунів та їхніх систем, системи контролю технічного стану ПС, принципи побудови методик діагностування ПС;

Добре (75-89). Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та добре захистити індивідуальне завдання. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати вимоги норм льотної гідності, об'єкт діагностування; характер зміни газодинамічних параметрів вздовж тракту двигуна; принципи роботи і особливості конструкції систем ГТД, параметри, які характеризують роботу систем; навантаження, що діють на елементи ГТД, характерні зміни діагностичних параметрів під час появи небезпечних коливань або перевищенні навантажень; параметри, що контролюються під час експлуатації двигуна, способи їхньої реєстрації; сучасні способи і методи обробки діагностичної інформації, що реєструється; системи контролю технічного стану ПС; принципи побудови методик діагностування ПС; нормативну документацію з питань забезпечення точності вимірювання параметрів та розрахунків помилок і похибок.

Відмінно (90-100). Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Виконати та добре або відмінно захистити індивідуальне завдання. Здати модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре»). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати вимоги норм льотної гідності, об'єкт діагностування і основні параметри, що контролюються, для двигунів різних конструктивно-компонувальних схем та різного призначення; характер зміни газодинамічних параметрів вздовж тракту двигуна; принципи роботи і особливості конструкції систем ГТД, параметри, які характеризують роботу систем; навантаження, що діють на елементи ГТД, характерні зміни діагностичних параметрів під час появи небезпечних коливань або перевищенні навантажень; параметри, що контролюються під час випробувань двигуна та його експлуатації, способи їхньої реєстрації; сучасні способи і методи обробки діагностичної інформації, що реєструється; системи контролю технічного стану ПС; принципи побудови методик діагностування ПС; методики, які застосовуються в експлуатації ПС, а також системи контролю технічного стану ПС та АД; нормативну документацію з питань забезпечення точності вимірювання параметрів та розрахунків помилок і похибок.

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. Дидактичні матеріали (наочні посібники, плакати, ТЗН).
2. Розрізні макети газотурбінних двигунів в аудиторіях 103 та 124.
3. Лабораторне обладнання лабораторії динаміки та міцності елементів ГТД.
4. Методичні навчальні посібники за темами та розділами курсу.
5. Програми ПЕОМ з обробки різної діагностичної інформації з метою оцінки технічного стану двигуна.
6. Розрізні макети датчиків тиску, температури, частоти обертання ротору, вібрацій та ін.
7. Комплект оптичних ендоскопів.

14. Рекомендована література**Базова**

1. Чигрин В.С. Віброакустика і вібродіагностика авіаційних двигунів / В.С. Чигрин, С.І. Суховій. – Х.: ХАИ, 2012. – 286 с.
2. Чигрин В.С. Віброакустика авиационных двигателей / В.С. Чигрин, Д.Ф. Симбирский, А.В. Белогуб. – Х.: ХАИ, 2000. – 118 с.
3. Чигрин, В.С. Віброакустика авіаційних двигунів. Методичні рекомендації до лабораторних робіт / В.С. Чигрин, О.І. Скрипка. – Х. : Держ. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 1999. – 16 с.
4. Чигрин В.С., Гусев Ю.А., Бугаенко О.М., Попуга А.И. Віброакустика авиационных двигателей. – Х.: ХАИ, 2014. – 52 с.

Допоміжна

1. Чигрин В.С., Гусев Ю.А., Бугаенко О.М., Попуга А.И. Віброакустика авиационных двигателей. – Х.: ХАИ, 2014. – 52 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки ХАИ: <http://library.khai.edu>.

Сайт кафедри: <https://education.khai.edu/department/203>; <https://k203.khai.edu>.