

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ПРОГРАМА**

навчальної дисципліни  
«Системи та обладнання авіаційної техніки»  
вибіркових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**Аеронавігація**

**Харків 2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2022 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного  
коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 22.08.2022 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 10.08.2022р. № 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.

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма навчальної дисципліни «Системи та обладнання авіаційної техніки» складена відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти Аеронавігація.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є призначення, вимоги, типи та конструктивне виконання, переваги і недоліки, умови роботи та навантаження, що діють на елементи основних вузлів і систем авіаційних газотурбінних двигунів; призначення, вимоги, типи, переваги і недоліки, принципова будова та робота систем авіаційних газотурбінних двигунів; призначення, типи, принципова будова та робота агрегатів систем авіаційних газотурбінних двигунів.

**Міждисциплінарні зв'язки:** дисципліна «Системи та обладнання авіаційної техніки» є основною дисципліною, що дозволяє формувати майбутнього авіаційного техника-механіка і ґрунтується на знаннях, отриманих під час вивчення таких навчальних дисциплін, як «Фізика», «Загальні знання про ПС: Силова установка», «Принципи польоту», «Нарисна геометрія та інженерна графіка», «Теоретична механіка та опір матеріалів», «Матеріали і деталі» та забезпечує базу для засвоєння матеріалу з навчальної дисципліни «Конструкція і експлуатація двигуна».

Програма навчальної дисципліни складається з таких тем:

Тема 1. Навантаження, які діють на основні вузли ГТД.

Тема 2. Вхідні пристрої.

Тема 3. Компресори.

Тема 4. Камери згоряння.

Тема 5. Газові турбіни.

Тема 6. Вихідні пристрої.

Тема 7. Опори роторів. З'єднувальні муфти.

Тема 8. Системи змащування.

Тема 9. Системи паливопостачання.

Тема 10. Системи автоматичного регулювання.

Тема 11. Повітряні системи.

Тема 12. Пускові системи.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Системи та обладнання авіаційної техніки» є отримання знань, збуджуючих до пізнання та самоосвіти в процесі вивчення певних типів авіадвигунів і їх експлуатації.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Системи та обладнання авіаційної техніки» є ознайомлення з призначенням, вимогами, типами та конструктивним виконанням, перевагами і недоліками, умовами роботи та діючими навантаженнями на елементи основних вузлів і систем авіаційних газотурбінних двигунів.

1.3. Згідно з освітньо-професійною програмою здобувачі освіти повинні:

**знати:**

1. Призначення, вимоги, типи та конструктивне виконання, переваги і недоліки, умови роботи та навантаженнями, що діють на елементи основних вузлів і систем авіаційних газотурбінних двигунів.

2. Призначення, вимоги, типи, переваги і недоліки, принципову будову та роботу систем авіаційних газотурбінних двигунів.

3. Призначення, типи, принципову будову та роботу агрегатів систем авіаційних газотурбінних двигунів.

**вміти:**

1. Аналізувати конструктивні схеми частин авіаційних газотурбінних двигунів та їх систем.

2. Виявляти кращі конструктивні варіанти.

1.4. Форма підсумкового контролю (екзамен).

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин / 6,0 кредитів ECTS.

1.5. Програмні компетентності:

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:		
<b>Інтегральна компетентність</b>		Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі транспорту або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів вивчення елементів транспортної системи і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	ЗК-03	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
	ЗК-04	Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
	ЗК-07	Здатність приймати обґрунтовані рішення
<b>Фахові (спеціальні) компетентності (ФК)</b>	ФК-6	Здатність застосовувати математичні та комп'ютерні інформаційні технології для оптимізації управління роботою підприємств авіаційного транспорту

## 2. Короткий опис змісту навчальної дисципліни

## **Тема № 1 Навантаження, які діють на основні вузли ГТД.**

Класифікація сил, діючих на елементи конструкції ГТД, по природі виникнення і напрямку дії. Поняття про зовнішні і внутрішні сили. Газові сили, статичної і динамічної дії газового потоку на елементи ГТД. Осьові газові сили і сили тяги двигуна. Радіальні і окружні газові сили.

Напруги, випробувані елементами ГТД під дією газових сил. Масові сили: сила ваги, інерційні сили, гіроскопічний момент.

Сили вібрації: причини виникнення, наслідки вібраційних навантажень, способи зниження вібраційних напруг.

Температурні напруги, причини виникнення, можливі наслідки, способи пониження температурних напруг.

## **Тема № 2 Вхідні пристрої.**

Призначення і вимоги. Дозвукові і надзвукові вхідні пристрої, їх схеми і конструктивні елементи, способи регулювання.

Захисні пристрої повітрозбірників. Матеріали, що використовуються для виготовлення вхідних пристроїв. Сили, діючі на елементи повітрозбірника і викликаємі напруги.

## **Тема № 3 Компресори.**

Призначення, типи і конструктивні елементи компресора. Ротори компресора, їх призначення і типи. Конструктивне виконання і порівняльна характеристика різних типів роторів. Сили, діючі на ротор і викликаємі напруги.

Робочі лопатки, вимоги, призначення, конструкція і основні геометричні параметри. Способи кріплення і осьової фіксації робочих лопаток роторів. Сили, діючі на лопатки і викликаємі ними напруги. Розвантаження лопаток від газових сил. Коливання лопаток і демпфірування коливань.

Статори компресорів, їх призначення, конструктивні елементи. Типи корпусів та їх конструкція. Вхідні напрямні апарати, напрямні і спрямні апарати. Сили, діючі на статор. Зазор в проточній частині компресора. Ущільнення повітряного тракту компресора. Розвантаження ротора компресора від вістових сил. Матеріали для деталей компресора.

Відцентрові компресори, принцип роботи, область використання. Ротори і корпуси відцентрованих компресорів.

## **Тема № 4 Камери згорання.**

Призначення і вимоги до камер згорання. Типи камер згорання та їх порівняльна оцінка. Сили, діючі на камеру згорання та викликаємі ними напруги. Конструктивні елементи камери згорання. Матеріали камер згорання.

## **Тема № 5 Газові турбіни.**

Призначення і вимоги до газових турбін. Конструктивні схеми турбін і їх основні елементи.

Ротор турбіни та його елементи. Робочі лопатки, кріплення та осьова фіксація. Конструкція дисків і валів турбін. З'єднання дисків між собою з валом. Сили, діючі на ротор і викликаємі ними напруги.

Статор турбіни, його призначення і елементи. Конструкція корпусу та соплових апаратів. Сили, діючі на статор. Радіальні та осьові зазори і ущільнення проточної частини турбіни. Охолодження деталей турбін. Матеріали, що використовуються для виготовлення деталей турбін.

### **Тема № 6 Вихідні пристрої.**

Призначення та основні вимоги, типи вихідних пристроїв. Регульовані реактивні сопла. Реверсивні пристрої. Пристрої для глушіння шуму. Сили, діючі на елементи вихідного пристрою. Матеріали, що використовуються для виготовлення деталей вихідного пристрою.

### **Тема № 7 Силові системи і ротори ГТД.**

Визначення силової системи двигуна і її основні елементи. Силові системи роторів. Силові системи корпусів.

Призначення і конструкція опор ротора. Типи, конструкція і принцип роботи ущільнень масляних порожнин опор.

Демпфірування коливань ротора. Вали і способи їх з'єднання між собою. Врівноваження роторів. Статичне і динамічне балансування ротора.

### **Тема № 8 Системи змащування.**

Призначення і вимоги. Сорти масел, що використовуються в системах змазки ГТД.

Типи систем змазки. Способи змазки і їх характеристика. Циркуляційна і абсолютна витрата масла. Висотність системи змазки і способи її збільшення. Призначення агрегатів, які входять в систему змазки. Будова та принцип роботи шестеренчастого маслонасосу.

### **Тема № 9 Системи паливостачання.**

Призначення і вимоги. Сорти палив, що використовуються для роботи ГТД. Типи паливних систем та їх характеристика. Призначення агрегатів і елементів, що входять в систему.

### **Тема № 10 Системи автоматичного регулювання.**

Призначення та вимоги до систем автоматичного регулювання. Принципи управління енергетичними об'єктами. Елементи регулятора. Регульовані параметри та регулюючі фактори. Програми регулювання ГТД. Типи систем регулювання.

### **Тема № 11 Повітряні системи.**

Призначення, основні вимоги до повітряних систем. Загальні і локальні повітряні системи ГТД. Повітряні системи охолодження турбін ГТД. Повітряні системи наддуву і охолодження опор. Протиобліднювальні системи. Система кондиціонування повітря. Система активного управління зазорами. Системи зовнішнього обігріву ГТД.

### **Тема № 12 Пускові системи.**

Призначення та основні вимоги. Процес пуску ГТД. Стартери для попередньої розкрутки ротора двигуна. Призначення та основні вимоги. Процес пуску ГТД. Стартери для попередньої розкрутки ротора двигуна. Призначення, вимоги та типи систем запалювання. Склад, принципова будова та робота агрегатів системи запалювання.

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

### **Основна література:**

1. Кулик М.С., Тамаргазін О.А. Конструкція, міцність та надійність газотурбінних установок і компресорів. Київ: НАУ, 2009. 477 с.
2. Терещенко Ю.М. Газотурбінні двигуни літальних апаратів, Київ: Вища школа, 2000. 319 с.
3. Іноземцев А.А., Сандрацький В.Л. Газотурбінні двигуни. П.: ВАТ «Авіадвигун», 2006. 1024 с.
4. Данилейко І.І., Капустін Л.Н., Фельдман Е.Л. Основи конструкції авіаційних двигунів. Москва: Транспорт, 1988. 296 с.

### **Допоміжна література:**

5. Лозицький Л.П. Конструкція і міцність авіаційних газотурбінних двигунів. Москва: Повітряний транспорт, 1992. 536 с.
6. Нечаєв В.М. Авіаційні газотурбінні двигуни. Л.: Видавництво Академії цивільної авіації, 1973. 86 с.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

7. Авіація, зрозуміла всім: веб-сайт.URL.: <http://avia-simply.ru/category/aviationsionnie-dvigateli/> (дата звернення 29.08.2021)

## **4. Засоби оцінювання здобувачів вищої освіти**

### **Питання для підсумкового контролю (заліку):**

1. Класифікація сил, діючих на елементи конструкції ГТД, по природі виникнення і напрямку дії. Поняття про зовнішні і внутрішні сили.
2. Газові сили, статичної і динамічної дії газового потоку на елементи ГТД. Осьові газові сили і сили тяги двигуна. Радіальні і окружні газові сили.
3. Напруги, випробувані елементами ГТД під дією газових сил. Масові сили: сила ваги, інерційні сили, гіроскопічний момент.

4. Сили вібрації: причини виникнення, наслідки вібраційних навантажень, способи зниження вібраційних напруг.
5. Температурні напруги, причини виникнення, можливі наслідки, способи пониження температурних напруг.
6. Призначення і вимоги до вхідних пристроїв. Дозвукові вхідні пристрої.
7. Надзвукові вхідні пристрої, їх схеми і конструктивні елементи, способи регулювання. Матеріали, що використовуються для виготовлення вхідних пристроїв.
8. Захист повітрозбірників від льоду.
9. Захист повітрозбірників від попадання сторонніх предметів.
10. Сили, діючі на елементи повітрозбірника і викликаємі напруги.
11. Призначення, типи і конструктивні елементи компресора. Призначення ротора компресора.
12. Конструктивне виконання і порівняльна характеристика різних типів роторів.
13. Сили, діючі на ротор і викликаємі напруги.
14. Робочі лопатки, вимоги, призначення, конструкція і основні геометричні параметри.
15. Способи кріплення робочих лопаток роторів компресора.
16. Способи осьової фіксації робочих лопаток роторів компресора.
17. Сили, діючі на лопатки ротора компресора і викликаємі ними напруги.
18. Розвантаження лопаток від газових сил.
19. Вільні коливання лопаток, їх форми. Вимушені коливання лопаток.
20. Демпфірування коливань лопаток.
21. Статори компресорів, їх призначення, конструктивні елементи. Типи корпусів та їх конструкція.
22. Вхідні напрямні апарати, напрямні і спрямні апарати.
23. Сили, діючі на статор.
24. Зазор в проточній частині компресора.
25. Ущільнення повітряного тракту компресора.
26. Розвантаження ротора компресора від вісьових сил.
27. Відцентрові компресори, принцип роботи, область використання. Ротори і корпуси відцентрованих компресорів.
28. Призначення і вимоги до камер згорання.
29. Типи камер згорання та їх порівняльна оцінка.
30. Сили, діючі на камеру згорання та викликаємі ними напруги.
31. Конструктивні елементи камери згорання.
32. Призначення і вимоги до газових турбін.
33. Конструктивні схеми турбін і їх основні елементи.
34. Ротор турбіни та його елементи.
35. Типи робочих лопаток турбін.
36. Кріплення та осьова фіксація робочих лопаток турбін.
37. Конструкція дисків і валів турбін.
38. З'єднання дисків між собою з валом.
39. Сили, діючі на ротор і викликаємі ними напруги.



40. Статор турбіни, його призначення і елементи. Конструкція корпусу.
41. Конструкція соплових апаратів.
42. Сили, діючі на статор.
43. Радіальні та осьові зазори і ущільнення проточної частини турбіни. Охолодження деталей турбін.
44. Призначення та основні вимоги, типи вихідних пристроїв
45. Регульовані реактивні сопла.
46. Реверсивні пристрої.
47. Пристрої для глушіння шуму.
48. Сили, діючі на елементи вихідного пристрою.
49. Визначення силової системи двигуна і її основні елементи.
50. Силкові системи роторів.
51. Силкові системи корпусів.
52. Вали і способи їх з'єднання між собою.
53. Призначення і конструктивні елементи опор ГТД.
54. Статорна частина опори.
55. Призначення, типи і конструкція підшипників опор ГТД.
56. Елементи систем забезпечення працездатності підшипників.
57. Типи, конструкція і принцип роботи ущільнень масляних порожнин опор.
58. Демпфірування коливань ротора.
59. Врівноваження роторів. Статичне і динамічне балансування ротора.
60. Призначення і вимоги до систем змазки.
61. Сорти масел, що використовуються в системах змазки ГТД.
62. Типи систем змазки.
63. Способи змазки і їх характеристика.
64. Циркуляційна і абсолютна витрата масла.
65. Висотність системи змазки і способи її збільшення.
66. Призначення агрегатів, які входять в систему змазки.
67. Будова та принцип роботи шестеренчастого маслонуасосу.
68. Призначення і вимоги до систем паливопостачання.
69. Сорти палив, що використовуються для роботи ГТД.
70. Типи паливних систем та їх характеристика.
71. Призначення агрегатів і елементів, що входять в систему.
72. Призначення та вимоги до систем автоматичного регулювання.
73. Принципи управління енергетичними об'єктами.
74. Елементи регулятора.
75. Регульовані параметри та регулюючі фактори.
76. Програми регулювання ГТД.
77. Типи систем регулювання.
78. Призначення, основні вимоги до повітряних систем.
79. Загальні і локальні повітряні системи ГТД.
80. Повітряні системи охолодження турбін ГТД.
81. Повітряні системи наддуву і охолодження опор.
82. Протиобліднювальні системи.
83. Система кондиціонування повітря.

84. Система активного управління зазорами.
85. Системи зовнішнього обігріву ГТД.
86. Призначення та основні вимоги.
87. Процес пуску ГТД.
88. Стартери для попередньої розкрутки ротора двигуна.
89. Призначення, вимоги та типи систем запалювання.
90. Склад, принципова будова та робота агрегатів системи запалювання.