

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

Кафедра проектування літаків і вертольотів (№ 103)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Михайло ОРЛОВСЬКИЙ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« 01 » вересня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Надійність та ресурс авіаційної та ракетно-космічної техніки

(назва навчальної дисципліни)

Дисципліна індивідуального вибору 2

Галузь знань: 27 «Транспорт»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіаційних двигунів»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

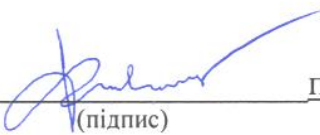
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2024

Робоча програма «Надійність та ресурс авіаційної та ракетно-космічної техніки»
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 272 «Авіаційний транспорт»
освітньої програми «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіаційних двигунів»

“ 27 ” серпня 2024 р, 13 с.

Розробник:  проф. д.т.н., с.н.с. Сергій ФІЛІПКОВСЬКИЙ
(підпис) (посада, ім'я та прізвище)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 103 «Проектування літаків і вертольотів»

(назва кафедри)
Протокол № 1 від “ 27 ” серпня 2024 р.

Завідувач кафедри проектування літаків і вертольотів № 103

К.Т.Н., доцент  Сергій ТРУБАЄВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5,0	Галузь знань <u>27 «Транспорт»</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>272 «Авіаційний транспорт»</u> (код і найменування) Освітня програма <u>«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіаційних двигунів»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Цикл загальної підготовки за вибором
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2–		2024/2025
Індивідуальне завдання: <u>Методики визначення ресурсу конструкцій авіатехніки</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 120 кількість годин аудиторних занять / загальна кількість годин = 64 / 120		<u>3</u> -й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5,375		<u>32</u> години
		Практичні, семінарські*
		32 <u> </u> годин
		Лабораторні*
		<u> </u> годин
		Самостійна робота
	<u>86</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64 / 86.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: сформувати у студентів наукову базу, теоретичні та практичні знання у галузі організації і реалізації процесів, спрямованих на підтримку, збереження та відновлення льотної придатності повітряних суден (ПС), зокрема літаків та вертольотів, по критерію ресурсу та втомної довговічності їх конструкцій.

Завдання: отримання студентами знань: про сучасні методи визначення ресурсу конструкцій повітряних суден; про забезпечення та підтримку втомної довговічності, живучості та ресурсу в цілому об'єктів авіаційної техніки (літаків та вертольотів); ознайомлення з основними положеннями «Повітряного кодексу України», Норм льотної здатності літаків та вертольотів, сертифікації авіаційної техніки (АТ); закріплення отриманих раніше знань з дисциплін: основи аерокосмічної техніки; теоретична механіка; загальна конструкція повітряних суден та авіаційних двигунів, технічна експлуатація повітряних суден та ін.; активізування мотивації навчання та підготовки студента до вибору місця практичної діяльності в нових ринкових умовах.

Компетентності, які набуваються

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

Загальні компетентності (ЗК):

- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми
- Здатність приймати обґрунтовані рішення
- 08. Здатність працювати в міжнародному контексті
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

- Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних міждисциплінарних проблем в авіаційного транспорту
- Здатність враховувати правові, соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні аспекти, що впливають на прийняття та реалізацію рішень на авіаційному транспорті
- Здатність інтегрувати знання та вирішувати складні наукові та виробничі проблеми у сфері авіаційного транспорту, з урахуванням ширшого міждисциплінарного інженерного контексту
- Здатність до розробки виробничих програм з технічного обслуговування, сервісу, ремонту та інших послуг при експлуатації авіаційної техніки на базі глибоких фундаментальних і спеціальних знань.
- Здатність до організації й проведення контролю якості технічного обслуговування й ремонту повітряних судів, дотримання державних вимог зі збереження льотної придатності й забезпечення безпеки польотів при експлуатації авіаційної техніки.
- Здатність розробляти моделі, які дозволяють прогнозувати зміну технічного стану об'єктів авіаційної техніки, відслідковувати параметри ефективності її технічної експлуатації на базі сучасних аналітичних методів і складних моделей.
- Здатність розробляти плани, програми й методики досліджень, практичні рекомендації з використання результатів досліджень.

Програмні результати навчання:

Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері авіаційного транспорту і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень

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

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.

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.

Розробляти та реалізовувати нові технічні рішення та застосовувати нові технології.

Застосовувати у професійній діяльності універсальні і спеціалізовані системи управління життєвим циклом (PLM), автоматизованого проектування (CAD), виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).

Виконувати техніко-економічні розрахунки, порівняння та обґрунтування проєктів виробництва, ремонту, реновації, експлуатації, технічного обслуговування об'єктів авіаційного транспорту відповідно до спеціалізації.

Забезпечувати якість виробництва та експлуатації у сфері авіаційного транспорту.

Відшуковувати необхідні дані в науковій літературі, базах даних та інших джерелах, аналізувати, оцінювати та використовувати ці дані

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

Розробляти та оптимізувати параметри об'єктів і систем авіаційного транспорту та технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва вузлів, агрегатів та систем об'єктів авіаційного транспорту.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- основні поняття, терміни та визначення дисципліни «Ресурс і довговічність авіаційної техніки»;

- зміст основних процесів, понять та уявлень про забезпечення ресурсу конструкцій ПС;

- загальні вимоги до ресурсу та довговічності конструкцій ПС в очікуваних умовах експлуатації;

- основні фактори збереження ресурсу та довговічності конструкцій ПС;

- силові та інші експлуатаційні фактори очікуваних умов експлуатації ПС;

- методи та способи збереження ресурсу та довговічності конструкцій ПС;

- основні характеристики типового польоту ПС і їхню коротку характеристику;

- особливості експлуатації і технічного обслуговування планера та функціональних систем ПС з позиції забезпечення ресурсу та довговічності конструкцій ПС.

вміти:

- діагностувати і аналізувати процес витрати ресурсу конструкцій ПС;

- оцінювати конструкційно-технологічні особливості створення та експлуатації ПС;

- розраховувати показники витрати ресурсу конструкцій ПС;

- забезпечувати потрібні рівні безпеки польотів ПС по критерію ресурсу їх конструкцій;

- здійснювати пошук та аналіз причин: виникнення осередків ймовірного руйнування від втоми елементів конструкції ПС; порушення правил льотної та технічної експлуатації конструкцій ПС;

- розробляти заходи щодо попередження та усунення руйнування від втоми елементів конструкції ПС.

мати уявлення:

- щодо міжнародної практики підтримання льотної придатності ПС по критерію ресурсу та довговічності їх конструкцій;

- щодо організації забезпечення ресурсу та втомної довговічності конструкцій ПС в організаціях-експлуатантах та у власники ПС.

Міждисциплінарні зв'язки:

Пререквізити – Дисципліна базується на знаннях, одержаних при вивченні переважної більшості дисциплін професійної та практичної підготовки бакалаврів.

Кореквізити – Знання та вміння, отримані під час вивчення даної навчальної дисципліни, будуть використані під час вивчення переважної більшості наступних дисциплін професійної та практичної підготовки магістрів, а саме: Технічного обслуговування повітряних суден і авіадвигунів, Людський фактор в експлуатації авіаційної техніки, Конструкції та технічного обслуговування конкретного типу повітряного судна та авіадвигуна, Функціональних систем повітряних суден.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вплив циклічного навантаження на конструкційні матеріали та елементи авіаційної техніки.

Тема 1 Мета і задачі курсу

Вклад вітчизняних вчених і конструкторів в дослідження та визначення ресурсу авіаційної техніки (АТ), розробку методів забезпечення заданої довговічності АТ. Досягнення вчених ХАІ в забезпеченні ресурсу та довговічності АТ. Перелік рекомендованої літератури.

Тема 2 Нормативні документи, що регламентують забезпечення ресурсу і довговічності авіаційної техніки

Сучасні вимоги до забезпечення безпеки польотів ЛА по критерію втомної довговічності конструкцій АТ. Повітряний кодекс України. Документи ІКАО (*P 656, CD-104, PANS-OPS, Doc 9376* и др.). Документи АР МАК (*НЛГС: АП-23, АП-25* и др.; *НЛГВ: АП-27, АП-29* и др.; *НЛГД: АП-33* и др.; *РДК, РТМ; РЦ АП*). ГОСТи (*ГОСТ 27.002-89, ГОСТ В 23743-88, ГОСТ 23207-78, ГОСТ 16504-81*). ОСТи (*ОСТ 1 00209-76, ОСТ 1 00210-76*) и др.

Тема 3 Навантаження на силові конструкції АТ

Основні силові елементи конструкції АТ – літального апарату (ЛА) – літака та вертольота. Особливо відповідальні елементи конструкції (ОВЕК – ООКЭ (рос.)) літака та вертольота. Типовий політ (ТП) літака/вертольота та його складові. Навантаження на конструкції АТ: види, характер дії та зміни при ТП, природа перемінних навантажень на конструкції ЛА. Критерії оцінки навантажень на (ОВЕК): поняття рівнодіючих, зовнішніх та внутрішніх сил, напружень та деформацій.

Тема 4 Характеристики циклічного навантаження та опору втомі конструкцій АТ

Основні поняття і терміни: Втома. Опір втомі. Втомне пошкодження. Тріщина. Руйнування від утомленості. Малоциклова та багатоциклова втоми. Випробовування на втому. Основні характеристики: Цикли напружень. Частота, період циклів. Максимальне, мінімальне, амплітудне, середнє напруження в циклах. Симетричний, асиметричний, віднульовий цикли напружень. Коефіцієнт асиметрії цикла. Цикл "З-П-З" ("З-В-З" (рос.)). Циклічна довговічність. Крива втоми конструкційних матеріалів. Діаграми граничних напружень та їх зв'язок з діаграмою " $\sigma - \epsilon$ ". "Жорстке" та "м'яке" навантаження конструкції ЛА.

Тема 5 Рівняння кривих втоми елементів конструкцій АТ

Рівняння кривих втоми – емпіричні залежності характеристик втоми. Параметри та коефіцієнти кривої втомної довговічності (КВТ): фізичний зміст та визначення. Особливості застосування рівнянь кривих втоми елементів конструкцій (ЕК) АТ.

Тема 6 Визначення втомної довговічності та ресурсу елементів конструкцій АТ

Експериментальне визначення характеристик опору втомі. Зразки елементів конструкції (ЕК) АТ для досліджень на втому. Характер утомних зламів в зразках ЕК в залежності від схеми навантаження та рівня діючих напружень. Методи розрахунку довговічності ЕК АТ. Розрахункова оцінка границі витривалості по характеристиках механічних властивостей матеріалів ЕК АТ. Розрахунок втомної довговічності та ресурсу елементів конструкції авіаційної техніки.

Тема 7 Характеристики розподілу напружень та деформацій в перетинах типових елементів конструкцій АТ

Методи визначення розподілу напружень та деформацій в характерних перетинах ЕК. Концентрація напружень. Теоретичний та ефективний коефіцієнти концентрації напружень. Коефіцієнти: чутливості до концентрації напружень; чутливості до асиметрії циклу напружень; впливу абсолютних розмірів поперечного перетину; впливу шорсткості поверхні; впливу поверхневого зміцнення; впливу глибокого пластичного деформування конструкційного матеріалу. Вплив конструктивно-технологічних факторів на напружено-деформований стан силових елементів в зоні отвору під елементи кріплення (болти, заклепки та інше).

Тема 8 Вплив конструктивно-технологічних та експлуатаційних факторів на характеристики утомної довговічності елементів конструкцій АТ

Вплив технології виготовлення (властивості, структура, стан поверхні) ЕК АТ, конструкції (розміри, геометрія, концентрація напружень) та умов експлуатації (асиметрія циклу навантаження, вид напруженого стану, режим навантаження, частота навантаження, температура, середовище, фретінг-корозія) на характеристики опору утомному руйнуванню елементів конструкцій АТ.

Змістовий модуль 2. Втомна довговічність елементи авіаційної техніки

Тема 9 Розсіяння характеристик опору втомі ЕК АТ та методи його оцінки

Ймовірнісна природа характеристик опору втомі. Основні етапи аналізу результатів статистичних випробовувань. Методика статистичної обробки результатів утомних випробовувань. Закономірності розсіяння довговічності, границі витривалості, характеристик тріщиностійкості елементів конструкції АТ.

Тема 10 Опір втомі при наявності тріщин в елементах конструкцій АТ

Загальні положення механіки руйнування. Коефіцієнти інтенсивності напружень. Формули визначення швидкості росту тріщин. Кінетична діаграма втомного руйнування: основні закономірності; порогові значення коефіцієнтів інтенсивності напружень; ділянка стабільного розвитку тріщин; граничний стан.

Тема 11 Втомна довговічність типових з'єднань конструктивних елементів АТ

Вплив матеріалу елементів конструкції з'єднань. Вплив конструкції кріпильних деталей (болтів, заклепок), числа їх рядів, числа площин зрізу, розподілу сил по рядах кріплення на втомну довговічність з'єднань. Вплив конструктивно-технологічних факторів (радіальний натяг, осьова затяжка, деформаційне зміцнення, покриття, прошарки) та експлуатаційних факторів (асиметрія циклу напруження, частота циклу напруження, температура, корозійне середовище) на довговічність заклепкових та болтових з'єднань.

Тема 12 Розрахунок втомної довговічності типових з'єднань АТ

Методи розрахунку довговічності з'єднань при заданій технології їх виготовлення. Визначення довговічності: поперечних та поздовжніх зрізних з'єднань; вушкових з'єднань; гальтельних переходів.

Тема 13 Втомна довговічність конструкцій панелей та лонжеронів АТ

Втомна довговічність панелей крила: у зоні вирізів та отворів для перетікання палива; у зоні поперечних з'єднань, поздовжніх з'єднань і закінців стрингерів. Забезпечення втомної довговічності знімних панелей крила. Втомна довговічність конструкцій панелей в умовах

фреттінг-корозії. Особливості визначення та забезпечення довговічності: конструкцій лонжеронів та нервюр крила; поздовжніх та поперечних з'єднань поясів та стінок лонжеронів.

Тема 14 Ресурс та втомна довговічність силових елементів шасі АТ

Вплив конструктивно-технологічних та експлуатаційних факторів на довговічність з'єднань шасі. Визначення втомної довговічності силових елементів шасі (з урахуванням їх зношування).

Тема 15 Забезпечення експлуатаційної живучості планера

Характеристики живучості конструктивних елементів, вузлів і агрегатів планера. Методи забезпечення експлуатаційної живучості планера літака. Методи запобігання та гальмування росту втомних тріщин. Методи захисту конструктивних елементів від корозії та корозії при дії напружень в елементах конструкцій.

Тема 16 Експлуатаційна технологічність конструкції літака (вертольота)

Методи та пристрої діагностики утоми елементів конструкцій АТ.

Способи ремонту та відновлення несучої здатності елементів планера.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. . Вплив циклічного навантаження на конструкційні матеріали та елементи авіаційної техніки.					
Тема 1 Мета і задачі курсу	9	2	2	—	5
Тема 2 Нормативні документи, що регламентують забезпечення ресурсу і довговічності авіаційної техніки	9	2	2	—	5
Тема 3 Навантаження на силові конструкції АТ	9	2	2	—	5
Тема 4 Характеристики циклічного навантаження та опору втомі конструкцій АТ	9	2	2	—	5
Тема 5 Рівняння кривих втоми елементів конструкцій АТ	10	2	2	—	6
Тема 6 Визначення втомної довговічності та ресурсу елементів конструкції АТ	10	2	2	—	6
Тема 7 Характеристики розподілу напружень та деформацій в перетинах типових елементів конструкцій АТ	9	2	2	—	5
Тема 8 Вплив конструктивно технологічних та експлуатаційних факторів на характеристики утомної довговічності елементів конструкцій АТ	10	2	2	—	6

Разом за змістовим модулем 1	75	16	16		43
Змістовий модуль 2. Втомна довговічність елементи авіаційної техніки					
Тема 9 Розсіяння характеристик опору втомі ЕК АТ та методи його оцінки	9	2	2	—	5
Тема 10 Опір втомі при наявності тріщин в елементах конструкцій АТ	9	2	2	—	5
Тема 11 Втомна довговічність типових з'єднань конструктивних елементів АТ	9	2	2	—	5
Тема 12 Розрахунок втомної довговічності типових з'єднань АТ	9	2	2	—	5
Тема 13 Втомна довговічність конструкцій панелей та лонжеронів АТ	10	2	2	—	6
Тема 14 Ресурс та втомна довговічність силових елементів шасі АТ	10	2	2	—	6
Тема 15 Забезпечення експлуатаційної живучості планера	9	2	2	—	5
Тема 16 Експлуатаційна технологічність конструкції літака (вертольота)	10	2	2	—	6
Разом за змістовим модулем 2	75	16	16		43
Разом за змістовими модулями 1 та 2	150	32	32		86
Усього годин	150	32	32		86

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені	—
	Разом	—

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проектування силових елементів з отворами і галтель ними переходами з урахуванням втомної довговічності	4
2	Вплив фретінг-корозії на довговічність конструктивних елементів з алюмінієвих сплавів	4
3	Вплив радіального натягу на довговічність смуг з отворами, заповненими втулками, болтами і заклепками	4
4	Втомна довговічність шарнірно-болтових з'єднань	4
5	Вплив типу заклепок і числа їх рядів на довговічність	4

	зрізних клепаних з'єднань	
6	Вплив конструктивно-технологічних факторів на довговічність зрізних болтових з'єднань	4
7	Вплив конструктивних параметрів на довговічність поздовжніх з'єднань стінок лонжеронів.	4
8	Вплив вирізів на довговічність панелей крила	4
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені	—
	Разом	—

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи і способи підвищення втомної довговічності АТ	86
	Разом	

9. Індивідуальні завдання

1. Методики визначення ресурсу конструкцій авіатехніки

10. Методи навчання

1. Аудиторні навчання (навчання з викладачем), тобто лекції та лабораторні заняття.

2. Самостійна робота (робота з матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та ведучими спеціалістами та організаціями, користування матеріалами мережі Internet та електронними матеріалами, розміщеними на сайті кафедри, участь в олімпіадах, стартапах і т.п. по спеціальності).

11. Методи контролю

- 1, Поточний контроль
- 2, Модульний контроль
3. 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			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	18...22	1	18...22
Модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	18...22	1	18...22
Виконання і захист РГР (РР, РК)	-	-	-
Усього за семестр			60...100

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

Білет для іспиту/заліку складається з 3-х (трьох) запитань, наведених в темах програми навчальної дисципліни з максимальною кількістю балів за кожне питання (100/3).

12.2. Якісні критерії оцінювання

12.2.1 Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки згідно тем програми навчальної дисципліни.

12.2.2 Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки згідно з умінями виконувати розрахунки згідно тем лабораторних занять.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати та вміти показати мінімум знань та умінь. Виконати та захистити всі індивідуальні завдання (лабораторні роботи) та здати модулі (іспит).

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання (лабораторні роботи), здати модулі та поза аудиторну самостійну роботу.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх.

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

Конспекти лекцій та література, котра знаходиться в бібліотеці, методичному кабінеті та в електронному вигляді на сервері кафедри проектування літаків та вертольотів (перелік приводиться нижче у розділі 14 даної програми).

14. Рекомендована література

Базова

1. Повітряний кодекс України. – Київ: Офіційний вісник України, № 46, 2011. – 65 с.
2. Scientific Grounds of Structural and Production Concepts to Provide Aircraft Life Time [Text]: V. O. Boguslayev, S. A. Bychkov, O. G. Grebenikov, M. I. Moskalenko, A. M. Gumennyi, E. T. Vasilevskiy, A. P. Eretin, O. D. Donets, V. F. Sementsov, V. O. Grebenikov, O. M. Stoliarchuk. – Monography. Nat. Aerospace Univ. «KhAI», 2019. – 266 pages.
3. M. Land and Huang. The influence of compressive loads on fatigue crack propagation in metals. Fatigue Fract. Engng Mater. Struct. V. 21, Number 1, 1988.
4. Kroes, M. J. Aircraft Maintenance and Repair [Text] / M. J. Kroes, W. A. Watkins, F. Delp, 6th edition. — Singapore : McGraw–Hill Book Co., 1993. — 648 p.
5. Johnson, N. B. Aircraft Crash Survival Design Guide, Volume V – Aircraft Postcrash Survival [Text] / N. B. Johnson, S. H. Robertson, D. S. Hall. — Report No. USAAVSCOM TR 89-D-22E, US Army Aviation Research and Technology Activity (AVSCOM), Fort Eustis, Virginia, December, 1989. — 205 p.

Допоміжна

6. Конвенція про міжнародну цивільну авіацію (ICAO: Doc. 7300/9). 2006. - 51 с.
7. Гребеніков А.Г., Арсон Л.Д. Питання проектування зрізних болтових з'єднань крила з урахуванням витривалості. Харків, 1981 – 111 с.
8. Гребеніков А.Г. Методологія інтегрованого проектування та моделювання збірних літаків конструкцій. Харків: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2006 – 532 с.
9. Федотов М.М., В.І. Рябків. Визначення втомної довговічності елементів конструкцій, виконаних із сталей. Харків, 1989 34 с.
10. Гребеніков А.Г., Тимченко А.М., Трубаєв С.В. Проектування з'єднань стінок у збірних лонжеронах з урахуванням втомної довговічності. Харків. 1988 – 88 с.
11. Арсон Л.Д., Рябков В.І. Проектування шарнірно-болтових з'єднань. Харків. 1974 – 52 с.
12. Довговічність конструктивних перегулярностей планера літака. А.Г. Гребеніков, В.І. Рябков, С.В. Трубаєв, Є.Т. Василевський, Є.В. Цегельник, В.А. Гребеніков, В.М. Клименко. - Навч. посібник з лаборат. практикуму, курс. та дипл. проєктир. - Харків: Нац. аерокосм. ун-т "ХАІ", 2001 - 117 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри проектування літаків та вертольотів.: k103@d4.khai.edu
2. Electronic Code of Federal Regulations. Part 25 — Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes [Electronic Code]. — URb: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/>. — 09.04.2021.
3. Electronic Code of Federal Regulations. Part 29 — Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft [Electronic Code]. — URb: <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/>. — 09.04.2021.
4. Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes. CS-25. Amendment 26. 15 December 2020. — European Aviation Safety Agency, 2020. — 1222 p.
5. Сервер кафедри проектування літаків та вертольотів.