

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

Кафедра проектування літаків і вертольотів (№ 103)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис) (ініціали та прізвище)

«30» серпня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

РЕСУРС ТА ДОВГОВІЧНІСТЬ
АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

(назва навчальної дисципліни)

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
авіадвигунів
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни

«Ресурс та довговічність авіаційної техніки»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю: 272 «Авіаційний транспорт»
освітньою програмою: «Технічне обслуговування та ремонт
повітряних суден і авіадвигунів»
«30» серпня 2022 р., 12 с.

Розробник: доцент каф. 103, к.т.н., с.н.с. Володимир АНДРЮЩЕНКО

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри №103 проектування літаків
і вертольотів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від 30 ” 08 2022 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

А.М. Гуменний

(ініціали 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	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 авіадвигунів»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки (вибірковий)
Кількість модулів –1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів –2		2022/2023
Індивідуальне завдання <u>не передбачене</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин 64/150		6-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи студента – 5,375		32 годин
		Практичні, семінарські*
		32 годин
		Лабораторні*
	—	
	Самостійна робота	
	86 годин	
	Вид контролю	
	Модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання: 6-й семестр – 64/86.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Ресурс та довговічність авіаційної техніки» є 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.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Ресурс та довговічність авіаційної техніки» є 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.

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

ЗК 03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 07. Здатність працювати автономно.

СК 01. Здатність дотримуватися у професійній діяльності вимог міжнародних та національних нормативно-правових документів в галузі авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту та їх систем.

СК 02. Здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик.

СК 03. Здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів.

СК 06. Здатність розробляти з урахуванням безпечних умов використання, параметрів міцності, естетичних, ергономічних і економічних параметрів, технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів авіаційного транспорту, його систем та окремих елементів.

СК 07. Здатність аналізувати технологічні процеси виробництва й ремонту об'єктів авіаційного транспорту.

СК 11. Здатність застосовувати сучасні програмні засоби для розробки проектно-конструкторської документації зі створення об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

СК 13. Здатність аналізувати техніко-економічні та показники об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності виробничого процесу.

СК 17. Здатність ведення технічної документації та складання звітності за встановленими формами.

Програмні результати навчання:

РН 03. Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту.

РН 08. Застосовувати міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

РН 10. Знати основні положення нормативно-правових та законодавчих актів України у сфері авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

РН 13. Знати основні технологічні операції, технологічне устаткування, засоби автоматизації та механізації, що використовуються в експлуатації, ремонті та обслуговуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

РН 19. Здійснювати технічне діагностування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів, використовуючи ефективні засоби, відповідні технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи.

РН 22. Розраховувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

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 конструкції 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 втомному руйнуванню елементів конструкцій АТ.

Модульний контроль

Модуль 2

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; галтельних 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 закінцівок 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 втоми елементів конструкцій АТ.

Способи ремонту та відновлення несучої здатності елементів планера.

Модульний контроль

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					
Тема 1 Мета і задачі курсу	7	2	—	—	5
Тема 2 Нормативні документи, що регламентують забезпечення ресурсу і довговічності авіаційної техніки	7	2	—	—	5
Тема 3 Навантаження на силові конструкції АТ	8	2	—	—	6
Тема 4 Характеристики циклічного навантаження та опору втомі конструкцій АТ	8	2	—	—	6
Тема 5 Рівняння кривих втоми елементів конструкцій АТ	8	2	—	—	6
Тема 6 Визначення втомної довговічності та ресурсу елементів конструкції АТ	16	2	8	—	6
Тема 7 Характеристики розподілу напружень та деформацій в перетинах типових елементів конструкцій АТ	8	2	—	—	6
Тема 8 Вплив конструктивно технологічних та експлуатаційних факторів на характеристики утомної довговічності елементів конструкцій АТ	8	2	—	—	6

Закінчення таблиці

Модульний контроль			–	–	
Разом за модулем 1	70	16	8	–	46
Модуль 2					
Тема 9 Розсіяння характеристик опору втомі ЕК АТ та методи його оцінки	7	2	–		5
Тема 10 Опір втомі при наявності тріщин в елементах конструкцій АТ	7	2	–		5
Тема 11 Втомна довговічність типових з'єднань конструктивних елементів АТ	7	2	–	–	5
Тема 12 Розрахунок втомної довговічності типових з'єднань АТ	19	2	12	–	5
Тема 13 Втомна довговічність конструкцій панелей та лонжеронів АТ	15	2	8	–	5
Тема 14 Ресурс та втомна довговічність силових елементів шасі АТ	11	2	4	–	5
Тема 15 Забезпечення експлуатаційної живучості планера	7	2	–	–	5
Тема 16 Експлуатаційна технологічність конструкції літака (вертольота)	7	2	–	–	5
Модульний контроль			–	–	
Разом за модулем 2	80	16	24	–	40
Усього годин за модулем 1 та 2	150	32	32	–	86
Індивідуальне завдання		–	–	–	
Контрольний захід (іспит)	7	–	–	–	–
Усього годин	150	32	32	–	86

5. Теми семінарських занять

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

6. Теми лабораторних занять

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

7. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проектування силових елементів з отворами і галтельними 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 зрізних клепаних з'єднань	4
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

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи розрахунку та способи підвищення втомної довговічності авіаційної техніки	86
	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

Відсутнє

10. Методи навчання

1. Аудиторні навчання (навчання з викладачем), тобто лекції та практичні 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 практичних (лабораторних) 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 практичних (лабораторних) 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) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту 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 уміннями 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
90 – 100	Відмінно
75 – 89	Добре
60 – 74	Задовільно
0 – 59	Незадовільно

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

1. Повітряний кодекс України. – Київ: Офіційний вісник України, № 46, 2011. – 65 с.
2. Конвенция о международной гражданской авиации (ICAO: Doc. 7300/9). 2006. – 51 с.
3. Приложение 6 к Конвенции о международной гражданской авиации «Эксплуатация воздушных судов». Часть 1. – Montréal, Quebec, Canada: ICAO (МОГА), 2000. – 258 с.
4. Приложение 8 к Конвенции о международной гражданской авиации «Летная годность воздушных судов». – Montréal, Quebec, Canada: ICAO (МОГА), 2010. – 227 с.
5. Руководство по летной годности (ICAO: Doc. 9760). Том I: Организация и процедуры. Том II: Сертификация конструкции и сохранение лётной годности. – Montréal, Quebec, Canada: ICAO (МОГА); М.: ОАО «АвиаИздат», 2001. – 93 с. – 325 с.
6. Авиационные правила. Часть 27. Нормы летной годности винтокрылых аппаратов нормальной категории. – Межгосударственный авиационный комитет. – М.: ОАО «АвиаИздат» 2000. – 102 с.
7. Авиационные правила. Часть 29. Нормы летной годности винтокрылых аппаратов транспортной категории. – Межгосударственный авиационный комитет. – М.: ОАО «АвиаИздат» 2003. – 130 с.
8. Нормы летной годности гражданских вертолетов СССР, издание второе, НЛГВ-2 1987. – 411 с.
9. Нормы прочности винтокрылых аппаратов (1955 год). – М.: ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского – 1959. – 70 с.
10. Энциклопедия безопасности авиации / Н.С. Кулик, В.П. Харченко, М.Г. Луцкий и др., под ред. Н.С. Кулика. – Киев: «Техника», 2008. – 1000 с.
11. Елистратов В.Н. Нормирование летной годности и сертификации гражданских воздушных судов. – Рига, РИИГА, 1983. – ...
12. Отраслевой стандарт. ОСТ 1 02514-84. Модель турбулентности атмосферы. Характеристики. 1983. – 13 с.
13. Авиационная метеорология: учебник. / Яковлев А. М. – М.: «Транспорт», 1971 – 248 с.
14. Акселевич В.И. Влияние турбулентности на деятельность авиации – Санкт-Петербург, 2006. – 20 с.
15. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета. Характеристики сопротивления усталости. ГОСТ 25504-82. М.: 1982.
16. Степнов М.Н., Гиацинтов Е.В. Усталость лёгких конструкционных сплавов. – М.: Машиностроение, 1973. – 320 с.
17. Стрижиус В.Е. Методы расчета усталостной долговечности элементов авиаконструкций: справоч. пособие. – М.: «Машиностроение», 2012. – 272 с.
18. А.З. Воробьев, Б.И. Олькин, В.Н. Стебенев и др. Сопротивление усталости элементов конструкций – М.: Машиностроение, 1990. – 240 с.
19. Машиностроение. Энциклопедия. Тома 4 – 21. Самолеты и вертолеты. Книга 1. Аэродинамика, динамика полета и прочность. / Под ред. Дмитриева В.Г. – М.: «Машиностроение», 2002. – 799с.

20. Александров В.Г. Справочник авиационного инженера. – М.: «Транспорт», 1973. – 400 с.
21. Хэйвуд Р.Б. Проектирование с учётом усталости. – М.: «Машиностроение», 1969. – 504 с.
22. Вэйбулл В. Усталостные испытания и анализ их результатов. – М.: «Машиностроение», 1964. – 275 с.
23. Трощенко В.Т., Сосновский Л.А. Сопротивление усталости металлов и сплавов: справочник. – Киев: «Наукова думка», 1987. – 1303 с. (+ 35 с. Приложений).
24. Петерсон Р. Коэффициенты концентрации напряжений. – М.: «Мир», 1977. – 302 с.
25. Разработка алгоритмов и программного обеспечения по определению условий фактической эксплуатации вертолѐта "Ансат" / М.В. Безбрыззов, Р.М. Алеев / Вестник УГАТУ, Т. 16, № 6 (51). – Уфа: УГАТУ, 2012. С. 142 – 148.
26. Мавлютов Р.Р., Концентрация напряжений в элементах авиационных конструкций. – М.: Наука, 198. -141 с.
27. Выявление возможностей расширения ожидаемых условий эксплуатации вертолѐта Ми-8 на больших высотах и при низких температурах / В.И. Бугай, В.А. Ивчин / Научный вестник МГТУ ГА: серия "Аэромеханика и прочность" № 125. – М.: МГТУ ГА, 2008. С. 159 – 166.
28. Определение безопасных высот висения вертолѐта Ми-8 в конкретных условиях эксплуатации / В.И. Бугай, В.А. Ивчин / Научный вестник МГТУ ГА: серия "Аэромеханика и прочность" № 138. – М.: МГТУ ГА, 2009. С. 241 – 244.
29. Методика складання аналізу надійності авіаційної техніки експлуатантами. ЗАТВЕРЖДЕНО: Наказ № 168 від 05.03.2005 ДержАвіаСлужби України. – Київ: Державіаслужба, 2005. – 8 с.
30. Живетин В.Б. Безопасность полета вертолѐта. Система аэромеханического контроля. Риски и безопасность человеческой деятельности. Т. 20. – М.: Изд-во Института проблем риска, Информационно-издательский центр «Бон Анца», 2010. – 523 с.
31. Усталость самолетных конструкций. Пер. с англ. под редакцией И.И. Эскина. М. 1961.
32. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Проектирование самолетных конструкций с учетом усталости». – Харьков, 1989 – 39 с.
33. Гребеников А.Г., Арсон Л.Д. Вопросы проектирования срезных болтовых соединений крыла с учетом выносливости. – Харьков, 1981 – 111 с.
34. Стебенев В.Н. Методика оценки сопротивления усталости соединений. Сопротивление усталости элементов авиаконструкций // Труды ЦАГИ, 1981. – 42-54 с.
35. Гребеников А.Г. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолетов конструкций. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2006 – 532 с.
36. Федотов М.Н., В.И. Рябков. Определение усталостной долговечности элементов конструкций, выполненных из сталей. – Харьков, 1989 -34 с.
37. Гребеников А.Г., Тимченко А.М., Трубаев С.В. Проектирование соединений стенок в сборных лонжеронах с учетом усталостной долговечности. – Харьков. 1988 – 88 с.
38. Арсон Л.Д., Рябков В.И. Проектирование шарнирно-болтовых соединений. – Харьков. 1974 – 52 с.
39. Долговечность конструктивных переуглярностей планера самолета. А.Г. Гребеников, В.И. Рябков, С.В. Трубаев, Е.Т. Василевский, Е.В. Цегельник, В.А. Гребеников, В.Н. Клименко. – Учеб. пособие по лаборат. практикуму, курс. и дипл. проектир. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2001 – 117 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри проектування літаків та вертольотів.: k103@d4.khai.edu
2. Сервер кафедри проектування літаків та вертольотів.
3. Ресурси мережі Internet.