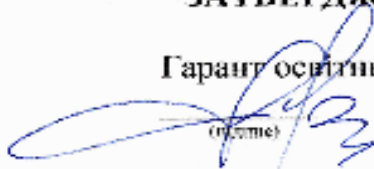


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Проектування літаків та вертольотів» (№ 103)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



М. М. Орловський
(підпис та прізвище)

« 30 » серпня 2021 р.

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ресурс та довговічність авіаційної техніки

(назва вибіркової дисципліни)

Галузь знань: 27 Транспорт
(код і найменування галузі знань)

Спеціальність: 272 Авіаційний транспорт
(код та найменування спеціальності)

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

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

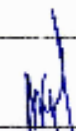
Розробник: Андрющенко В.М., доцент, к.т.н., с.н.с.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та науке звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри 103
«Проектування літаків та вертольотів»

Протокол № 2 від «30» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь та науке звання)


(підпис)

А. М. Гуменний
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

В.є. Гомови, Студентської Ради


(підпис)

Ванниченко В.О.
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Андрющенко Володимир Михайлович, к.т.н., с.н.с. З 2015 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- Конструкція авіаційної техніки;
- Конструкція літаків та вертольотів;
- Конструювання елементів авіаційної техніки;
- Ресурс та довговічність авіаційної техніки;
- Загальна будова АКТ;
- Основи проектування літаків і вертольотів

Напрями наукових досліджень: розробка способів підвищення втомної довговічності з'єднань елементів конструкцій літаків, дослідження впливу попереднього напруження та корозійних ушкоджень елементів планера літальних апаратів на їх втомну довговічність.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 7 семестр.

Обсяг дисципліни:

4 кредити ЄКТС (120 годин), у тому числі аудиторних – 48 годин, самостійної роботи здобувачів – 72 години.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – вибіркова.

Види навчальної діяльності – лекції, лабораторні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – модульний контроль, іспит.

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – вступ до фаху; фізика; вища математика; теоретична механіка; матеріалознавство; механіка матеріалів та конструкцій; теоретична механіка; механіка матеріалів та конструкцій; деталі машин та основи конструювання; конструкція та міцність

літальних апаратів; конструкція авіаційної техніки; основи надійності авіаційної техніки; основи технології виробництва і ремонту повітряних суден.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – основи проектування літаків та вертольотів, основи технічної діагностики; технічна експлуатація повітряних суден; основи безпеки польотів.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Сформувані 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; теоретичної механіки; загальної конструкції повітряних суден та авіаційних двигунів, технічної експлуатації повітряних суден та ін.; активізування мотивації навчання та підготовки студента до вибору місця практичної діяльності в нових ринкових умовах.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- прагнення до збереження навколишнього середовища;
- здатність працювати автономно;
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 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;
- здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик;

- здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів;
- здатність розробляти та впроваджувати у виробництво технологічні процеси будівництва, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, оформлювати відповідну документацію, інструкції, правила та методики;
- здатність застосовувати методи та засоби технічних вимірювань, технічні регламенти, стандарти та інші нормативні документи при технічному діагностуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів;
- здатність застосовувати сучасні програмні засоби для розробки проектно-конструкторської та технологічної документації зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів;
- здатність організовувати дію системи звітності та обліку (управлінського, статистичного, технологічного) роботи об'єктів та систем авіаційного транспорту, здійснювати діловодство, документування та управління якістю згідно нормативно-правових актів, інструкцій та методик;
- здатність аналізувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності виробничого процесу;
- здатність організовувати власну роботу, роботу підлеглих та підпорядкованих підрозділів відповідно до вимог охорони праці, техніки безпеки та протипожежної безпеки на об'єктах авіаційного транспорту при їх побудові, виробництві, експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті;
- здатність ведення технічної документації та складання звітності за встановленими формами.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувачем будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

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 власників ПС.

4. Зміст 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

(Р 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) і ін.

Тема 3 Основи проектування елементів конструкції з урахуванням довговічності і ресурсу

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. Віднульовий цикл навантаження, формула Одинга. Лінійний процес накопичення пошкоджень. Лінійний процес накопичення пошкоджень. Графік типового польоту. Типова форма подання втомних кривих. Методики проектування елементів конструкції з урахуванням довговічності і ресурсу.

Тема 4 Характеристики циклічного навантаження та опору втомі конструкцій АТ

Основні поняття і терміни: Втома. Опір втомі. Втомне пошкодження. Тріщина. Руїнування 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 втомної 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.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2

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

Ймовірнісна природа характеристик опору втомі. Основні етапи аналізу результатів статистичних випробувань. Методика статистичної обробки результатів втомних випробувань. 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 утоми елементів конструкцій АТ.

Способи ремонту та відновлення несучої здатності елементів планера.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

1. Методики визначення ресурсу конструкцій авіатехніки

6. Методи навчання

Словесні, наочні, лабораторні, в тому числі:

1. Аудиторні навчання та навчання в віддаленому доступі (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).

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0...1	8	0...8 8 - (максимальна кількість балів за цим показником)
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0...1	8	0...8 8 - (максимальна кількість балів за цим показником)

Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Загальна активність	0...4		0...4
За семестр			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, лабораторних робіт
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

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).

Критерії оцінювання роботи здобувача 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. Виконати та захистити всі індивідуальні завдання (лабораторні роботи) та здати модулі (іспит) з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

– 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).

– Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=953>

11. Рекомендовані джерела інформації

Базові

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 вертолёта "Ансат" / М. В. Безбрызгов, 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 вертолёта 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 вертолёта 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 вертолета. 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 перегулянностей 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.

Допоміжні джерела інформації

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