

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Проектування літаків і вертольотів» (№ 103)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Ігор МАЛКОВ
(ініціали та прізвище)

« 01 » вересня 2025 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасний стан і тенденції розвитку світової авіаційної та ракетно-космічної техніки

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: _____ **G Інженерія, виробництво та будівництво** _____
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: _____ **G12 «Авіаційна і ракетно-космічна техніка»** _____
(код і найменування спеціальності)

Кваліфікація: _____ **Доктор філософії з авіаційної та ракетно-космічної техніки** _____
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна


Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Харків 2025

Розробник: професор каф. 103, д.т.н., професор  Ігор МАЛКОВ
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри (№ 103)
«Проектування літаків і вертольотів»
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри к. т. н., доцент  Сергій ТРУБАЄВ
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Аспірант групи G 12-103-1



Нікіта ДОБРОВ
(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Малков Ігор Владиславович

Посада: професор кафедри «Проектування літаків і вертольотів»

Науковий ступінь: доктор технічних наук

Вчене звання: професор

Перелік дисциплін, які викладає:

- Проектування, випробування та сертифікація об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки;
 - Сучасний стан і тенденції розвитку світової авіаційної та ракетно-космічної техніки
 - Конструкція та обслуговування конкретного типу повітряного судна та авіадвигуна;
 - Конструювання агрегатів вертольотів.
-

Напрями наукових досліджень:

- Концептуальне проектування літальних апаратів та вертольотів із полімерних композитних матеріалів.
 - Системи проектування та моделювання конструктивних елементів з використанням методу автоматизованого намотування.
 - Методи проектування конструктивних елементів літальних апаратів із полімерних композитних матеріалів.
-

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	1
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>денна: 5 кредити ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, лабораторні – 0, практичні – 32; СРЗ – 86).</i>
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота.
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит.
Пререквізити	Загальна будова об'єктів АРКТ Аеродинаміка Міцність Конструювання елементів та агрегатів АРКТ Проектування силових установок АТ
Кореквізити	Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ Наукові іншомовні комунікації
Постреквізити	Методологія педагогічної діяльності Управління науковими проектами Філософія

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – надання здобувачам ступеня доктора філософії з авіаційної та ракетно-космічної техніки знань щодо сучасного стану, тенденцій розвитку та напрямів наукових досліджень світової авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Завдання – підготовка науковців до проведення наукових досліджень за сучасними напрямами розвитку авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності (ЗК):

- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність працювати в міжнародному контексті.

Фахові компетентності спеціальності (ФК):

- Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у авіаційній та ракетно-космічній техніці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах.
- Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті.

– Здатність до удосконалення технологічних систем виробництва та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Очікувані результати навчання:

– Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

– Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми авіаційної та ракетно-космічної техніки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відобразити результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

– Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у авіаційній та ракетно-космічній техніці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

– Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з проблем створення перспективних виробів авіаційної та ракетно-космічної техніки та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

– Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, обробки та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1. Сучасний стан, проблеми і тенденції розвитку світової авіаційної техніки.

Тема 1. Особливості аерокосмічної техніки і сучасна аерокосмічна інженерна освіта.

Нові підходи до вдосконалення та розвитку аерокосмічної інженерної освіти (АКО). Унікальність аерокосмічної промисловості. Інтелектуальна монополія на ринку аерокосмічних послуг. Комерціалізація результатів науково-дослідних робіт (НДР). Інтеграція унікального наукового потенціалу вузів із бізнесом. Науково-освітні школи (НОШ) ХАІ. Вимоги до сучасної системи аерокосмічної освіти.

Тема 2. Сучасні тенденції в організації виробництва в авіаційній промисловості.

Стан та хід розвитку вітчизняної авіаційної промисловості. Зовнішнє середовище системи виробництва національної соціально-економічної системи. Трансформація інститутів державного регулювання. Динаміка технологічних укладів та стадії побудови постіндустріального суспільства у країнах Заходу.

Економічна база перспективного розвитку країн Заходу на сучасному етапі - галузі високотехнологічного виробництва. Авіаційна промисловість як одна з найбільш наукомістких, високотехнологічних та системотворчих галузей промисловості країни. Проблеми, що потребують вирішення для покращення ситуації в авіапромі.

Тема 3. Стан та проблеми розвитку вітчизняного цивільного літакобудування, ринку авіаперевезень та їх взаємозв'язку.

Аналіз стану проблеми вітчизняного авіаційного бізнесу. Виробництво цивільних літаків провідними авіабудівними компаніями. Принципи взаємодії літакобудівної галузі та структура системи авіаперевезень. Основні складові ефективності авіаційної промисловості України у сфері літакобудування та авіаперевезень. Аналіз діяльності компаній-авіаперевізників України в сучасних умовах. Аналіз потенційних можливостей літакобудування та двигунобудування України та їх реалізації в сучасних умовах. Розробка концепції та теоретичних основ методології модифікації базових літаків.

Тема 4. Тенденції у розвитку транспортних літаків.

Аналіз тенденцій розвитку транспортних літаків. Глибокі модифікаційні зміни у силовій установці та зниження індуктивного опору крила літака Ан-77. Пошук взаємного розташування двигуна та крила з максимальним використанням повороту струменя за рахунок механізації крила. Експериментальне підтвердження питання застосування геометричної крутки місцевих хорд з метою зниження індуктивного опору крила. Наукові положення про зміну геометрії крила, заміну маршових двигунів є основою для проектування модифікацій транспортних літаків.

Тема 5. Проблеми і перспективи розвитку авіаційної техніки.

Особливості сучасного етапу світової авіаційної діяльності. Прогноз темпів зростання пасажирських перевезень у світі. Основні цільові показники повітряних суден (ПС) нового покоління. Прогноз NASA підвищення технічного рівня цивільних літаків США. Статистичні дані фірми Боїнг по авіаційним подіям. Сучасна система підготовки льотного складу. Прогрес у галузі аеродинаміки профілей несучих гвинтів. Пріоритетні напрямки наукових досліджень. Забезпечення якості та скорочення часу і витрат на розробку літаків.

Тема 6. Попередній вигляд вертольота і вибір його параметрів.

Вибір і обґрунтування схеми вертольота. Принципи управління та балансування вертольотів та конвертоплану. Одногвинтова схема вертольота з кермовим гвинтом. Двогвинтова співвісна схема вертольота. Двогвинтова поздовжня схема вертольота. Двогвинтова поперечна схема вертольота. Багатогвинтові схеми вертольотів. Гвинтокрили. Перетворювані гелікоптери (конвертоплани). Конвертоплан з поворотними гвинтами. Швидкісні вертольоти.

Тема 7. Композиційні матеріали у вертольотобудуванні.

Основні характеристики конструкційних матеріалів. Тенденції зростання односпрямованих механічних властивостей армованих волокнами пластиків (АВП) та звичайних конструкційних матеріалів. Застосування полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) у конструкціях фюзеляжу та оперення вертольотів. Досвід проектування вертольота Ка-62. Приклади розробок деталей гелікоптерів із композитів. Порівняння втомної міцності різних матеріалів для лопатей несучого гвинта.

Тема 8. Критерії оцінки вертольотів.

Основні вимоги до критеріїв оцінки ефективності проектів нових вертольотів. Функціональна ефективність. Крейсерська швидкість польоту. Вагова досконалість гелікоптерів. Енергетична досконалість вертольота. Продуктивність. Вагова віддача за корисним навантаженням, що перевозиться на задану дальність. Наведена продуктивність. Виробнича ефективність. Експлуатаційна ефективність. Економічна ефективність експлуатації гвинтокрила. Области застосування критеріїв різних рівнів.

Модульний контроль

Змістовний модуль №2. Сучасний стан, проблеми і тенденції розвитку світової ракетно-космічної техніки.

Тема 9. Аерокосмічна галузь: сучасний стан.

Основні запити для сучасної аерокосмічної індустрії загалом. Вирішення проблеми з заправкою паливом на орбіті. Плани щодо майбутніх подорожей на Місяць. Акцент на зростанні тривалості подорожей з екіпажем. Космічний туризм. Прогнози щодо підвищення вантажопідйомності нових моделей космічних вантажівок. Багаторазові безпілотні космічні кораблі це майбутнє індустрії орбітального виробництва. Пілотовані космічні місії — переваги у організації майбутніх планетарних місій.

Тема 10. Стан та перспективи українського космосу.

Україна у міжнародних космічних програмах. Знакові підприємства галузі та важливість їх захисту. Сучасні підприємці та стартапи. Інтерес Європейського космічного агентства (ESA - European Space Agency) до України. ESA та Україна: допомога українського космосу європейському. Місячна програма ESA. Важливість України для ESA.

Тема 11. Тенденції у космічній галузі.

Економіка та ринок праці. Правила та системи. Ракети, супутники та орбітальні станції. Нова космічна економіка: можливості та перспективи. Приватні космічні компанії. Супутникова промисловість. Найбільш перспективні напрямки New Space. Погляд у майбутнє.

Тема 12. Полімерні композиційні матеріали для авіаційної техніки XXI століття: створення, дослідження, застосування.

Досвід експлуатації полімерних композитів у відповідальних конструкціях авіаційної техніки. Принципово нові матеріали: інтелектуальні та адаптовані композити, високотермостійкі, високомодульні та розміростабільні вуглепластики, шаруваті армовані металопластики та наноструктуровані композити. Сучасні тенденції у виробництві виробів з полімерних композиційних матеріалів (ПКМ). Застосування ПКМ у конструкціях виробів «АН». Конструкції з композиційних матеріалів у літаку АН-148. Створення фіюзеляжів великих літаків з ПКМ – революційний етап у літакобудуванні.

Тема 13. Етапи становлення і початку розвернутого застосування ПКМ у конструкціях пасажирських і транспортних літаків.

Хронологічні етапи застосування ПКМ в авіабудуванні. Типові елементи конструкцій з ПКМ у комерційній авіації. Обсяги застосування ПКМ у літаках АНТК «Антонов». Типові конструктивно-технологічні рішення. Світові тенденції обсягів застосування ПКМ у транспортному та пасажирському літакобудуванні. Хронологічні етапи розвитку технології виробництва виробів із ПКМ, обладнання та засобів механізації у 1971-1995 рр.

Тема 14. Розвиток нових конструктивно-технологічних рішень (КТР) крил літака та ремонт композитних конструкцій.

Вибір раціональних КТР та метрологічне забезпечення їх реалізації у виробництві. Аналіз розвитку нових КТР крилових структур з ПКМ. Принцип проектування та виготовлення конструкції крила. Форми перерізів стрінгерів кришки крила. Послідовність процесу виготовлення зразка-демонстратора. Стадії процесу виготовлення відсіку крила. Портативні «чисті кімнати» для ремонту композитних деталей.

Тема 15. Досвід застосування інноваційних методів підготовки преформ та RTM-формування інтегральних конструкцій.

Тренд розвитку композитного виробництв. Застосування комп'ютерних засобів моделювання процесів і виготовлення оснастки. Комплексний контроль за геометричними параметрами, якістю матеріалу та випробуваннями механічних властивостей зразків-свідків. Процес виготовлення преформ для деталей методом TFP (англ. Tailored Fiber Placement, дослівно «спрямоване укладання волокна»). Ефективний метод підготовки преформ - радіальне плетіння. Переваги формування методом RTM (англ. RTM – Resin Transfer Moulding, дослівно «формування перенесенням смоли»). Умови для подальшого успішного розвитку RTM технологій та високоефективних методів підготовки преформ.

Тема 16. Перспективи розвитку фірми АНТОНОВ у сучасних умовах.

Досвід і унікальні компетенції фірми АНТОНОВ щодо створення літаків різного типу та призначення. Особливості авіаційної промисловості та сучасні проблеми виробництва. Основні принципи, яких дотримується фірма при визначенні планів і перспективних напрямів своєї діяльності. Збереження та

розвиток науково-конструкторського та виробничо технічного колективів, а також льотно-випробувального центру. Фінансове забезпечення діяльності інфраструктури підприємства. Плани та перспективи підприємства.

Модульний контроль

Перелік практичних робіт по курсу:

1. Проектування хвостової балки. Розрахунок навантаження що діють на агрегати, розташовані в хвостовій і кінцевій балках.
2. Розрахунок зусиль що діють в розрахунковому перерізі. Згинальний момент від масових сил. Згинальний момент від тяги хвостового гвинта.
3. Розрахунок сумарного згинального моменту, діючий в вертикальній площині.
4. Перевірочний розрахунок міцності хвостової балки на вертикальний вигин і кручення. Схематизація розрахункового перетину.
5. Визначення σ від згинального моменту M_{xoy} в розтягнутій верхній зоні балки. Визначення σ від згинального моменту M_{xoy} в стислій нижній зоні балки. Перевірка міцності елементів стисненого зводу.
6. Визначення дотичних напружень обшивки в боковинах балки від дії розрахункової поперечної сили τ_Q . Визначення дотичних напружень в обшивці балки від дії крутного моменту $\tau_{M_{кр}}$.
7. Розрахунок сумарних дотичних напружень в правому бічному зводі хвостової балки. Перевірка стійкості обшивки бокового зводу при дії експлуатаційного навантаження.
8. Перевірка міцності обшивки верхнього і нижнього зводів балки при спільній дії нормальних і дотичних напружень. Обшивка стисненого (нижнього) зводу. Обшивка стисненого (верхнього) зводу. Уточнення геометричних і конструктивних параметрів хвостової балки.

Перелік питань на самостійну підготовку:

1. Науково-освітні школи ХАІ.
2. Стан та тенденції розвитку вітчизняної авіаційної промисловості.
3. Теоретичні основи методології модифікації базових літаків.
4. Аналіз тенденцій розвитку транспортних літаків.
5. Збір та аналіз статистичних даних фірми Боінг по авіаційним подіям.
6. Вибір і обґрунтування схеми вертольота.
7. Застосування полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) у конструкціях фюзеляжу та оперення вертольотів.
8. Критерії оцінки вертольотів: функціональна, виробнича, експлуатаційна, економічна ефективність.
9. Багаторазові безпілотні космічні кораблі.
10. Україна у міжнародних космічних програмах.
11. Нова космічна економіка: можливості та перспективи.
12. Сучасні тенденції у виробництві виробів з полімерних композиційних

матеріалів (ПКМ).

13. Світові тенденції обсягів застосування ПКМ у транспортному та пасажирському літакобудуванні.

14. Принципи проектування та виготовлення конструкції крила з ПКМ.

15. Застосування комп'ютерних засобів моделювання процесів і виготовлення оснастки.

16. Досвід і унікальні компетенції фірми АНТОНОВ щодо створення літаків різного типу та призначення.

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені навчальним планом.

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачи

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	4	0...16
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Усього за модуль 1			0...50
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Усього за модуль 2			0...50
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з двох питань. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне питання – 50 балів.

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

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати склад тактико-технічних вимог до вертольота, методи оцінки схем вертольотів, вміти самостійно це обґрунтувати та визначити оптимальну злітну масу. Обґрунтувати вибір типу двигуна (двигунів). Визначити основні параметри частин вертольота. Розробити загальний вид вертольота і виконати його креслення.

Добре (75 - 89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати усі завдання, захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Знати залежність льотних характеристик вертольота від основних його параметрів. Знати методи оцінки і синтезу схем вертольотів, методи розрахунку злітної маси вертольота і їх основних параметрів.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Вміти аналізувати та відповідно формулювати тактико-технічні вимоги щодо вертольота. Знати сучасні технології проектування, конструювання та моделювання вертольотів, методи складання алгоритмів та блок-схем розрахунків, методи автоматизації проектування. Вміти проводити аналіз ефективності спроектованого вертольота.

Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та робити висновки.

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

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»

(<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Конструювання агрегатів вертольотів. Ч.1: навч. посібник / І.В. Малков, В.А. Урбанович – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2021. – 40 с.

2. Загальна будова вертольотів та їх агрегатів: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / І.В. Малков, В.А. Урбанович. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 40 с.

3. Конспект лекцій, література, котра знаходиться у методичному кабінеті кафедри, бібліотеці.

Посилання на курс у Менторі: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=932>

Конспекти лекцій та література, що знаходиться в бібліотеці, методичному кабінеті та в електронному вигляді на сервері кафедри проектування літаків та вертольотів (перелік приводиться нижче у розділі 11 цієї програми).

11. Рекомендована література

Базова

1. Інтегроване проектування гвинтокрилих літальних апаратів транспортної категорії: підручник: у 3 ч. / А.Г. Гребеніков, Н.І. Москаленко, В.А. Урбанович та ін. - Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіація. ін-т », 2016. - Ч. 1. - 411 с.

2. Проектування важких одногвинтових вертольотів та їх трансмісій. Ч. 1 [Електронний ресурс]: підручник / О.Г. Гребеніков, А.М. Гуменний, А.І. Долматов та ін. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2018. – 361 с.

3. Проектування важких одногвинтових вертольотів та їх трансмісій. Ч. 2 [Електронний ресурс]: підручник / О.Г. Гребеніков, А.М. Гуменний,

А.І. Долматов та ін. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2018. – 462 с.

4. Наукові основи конструктивно-технологічних методів забезпечення ресурсу авіаційної техніки: монографія / В.О. Богуслаєв, О.Г. Гребеніков, М.І. Москаленко та ін. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків авіац. ін-т», 2020.– 276 с.

5. Наукові основи проектування та створення енергозалежних систем літаків транспортної категорії: монографія / С.А. Бичков, В.О. Богуслаєв, О.Г. Гребеніков, В.Ф. Шмирьов. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 590 с.

6. http://library/khai.edu/library/fulltexts/metod/Grebenikov_integrirovannoe_Proektirovanie.pdf

7. Санін А. Ф., Джур Є. О., Кучма Л. Д. та ін. Розвиток ракетно-космічної техніки в Україні. — Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2002. — 402 с.

Допоміжна

1. Конструкція та обслуговування конкретного типу повітряного судна та авіаційного двигуна. Частина 1: навч. посібник / І.В. Малков – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2022. – 104 с.

2. Технічне обслуговування повітряних суден та авіадвигунів: навч. посібник / М.М. Орловський. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2020. – 188 с.

3. Технічне обслуговування планера і функціональних систем повітряних суден та авіадвигунів: навч. посіб. / С.О. Дмитрієв, О.С. Тугарінов, Ю.М. Чоха, В.Г. Докучаєв; за ред. С.О. Дмитрієва. – К.: НАУ, 2004. – 244 с.

4. Наукові основи конструктивно-технологічних методів забезпечення ресурсу авіаційної техніки: монографія / В.О. Богуслаєв, О.Г. Гребеніков, М.І. Москаленко та ін. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків авіац. ін-т», 2020.– 276 с.

5. Механіка руйнування і міцність матеріалів: довід. пос. / під заг. ред. В.В.Панасюка. Т.15: Остап О.П. Структура матеріалів і втомна довговічність елементів конструкцій. – Львів: СПОЛОМ, 2015. – 312 с.

6. Novykov O. V., Perlik V. I., Polyakov M. V., Khutoryi V. V. Continues space education system and its role in increasing efficiency of engineering staff training for Ukraine space rocket industry // Acta Astronautica. — 2008. — P. 33—35.

7. Novykov O. V., Perlik V. I., Dzhur E. O. Experience of high school cooperation with manufacturing enterprise while training rocket and space industry experts // IAC-53. — Texas, 2001.

12. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 103 <http://k103.khai.edu/ru/site/page/view>
2. Сервер кафедри проектування літаків та вертольотів.
3. Ресурси мережі Internet.