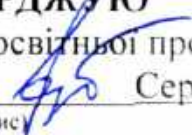


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

кафедра «Проектування літаків і вертольотів» (№ 103)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант освітньої програми

Сергій ТРУБАСОВ
(підпис) (ім'я прізвище)
« 01 » 09 2025 р.

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Конструювання агрегатів АТ»

Major «Літаки і вертольоти»
Дисципліна 1.1

Галузь знань: G «Інженерія виробництва та будівництва»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G12 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
(код й найменування спеціальності)

Освітня програма: «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Введено в дію з 01.09.2025

Харків 2025 рік

Розробник: Трубаєв С. В., зав. каф. 103, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри №103
проектування літаків та вертольотів
(назва кафедри)

Протокол № 1 від “29” серпня 2025 р.

Завідувач кафедри проектування літаків і вертольотів №103

к.т.н., доцент



(підпис)

Сергій ТРУБАЄВ
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:



(підпис)

Данило МАСЛЮ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Трубаєв Сергій Васильович

Посада: завідувач кафедри 103

Науковий ступінь: к.т.н.

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Вступ до фаху

Загальна будова об'єктів аерокосмічної техніки

Конструкція та міцність літальних апаратів

Конструкція авіаційної техніки

Мажор. Дисципліна 1.1. Проектування агрегатів авіаційної техніки

Мажор. Дисципліна 2.1. Інтегроване проектування літаків та вертольотів

Напрями наукових досліджень:

- Проектування з'єднань авіаційних конструкцій з урахуванням втоми.

- Методологія інтегрованого проектування літаків транспортної категорії.

- Формування мас літаків транспортної категорії на етапах вибору їх параметрів та урахування тактико-технічних вимог з урахуванням критерію мінімуму злітної маси.

Контактна інформація:

s.trubaiev@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна, заочна</i>
Семестр	<i>другий</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Тип дисципліни	<i>вибіркова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>денна: 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, лабораторні – 0, практичні – 32; СРЗ – 86); заочна: 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (8 аудиторних, з яких: лекції – 4, лабораторні – 0, практичні – 4; СРЗ – 142)</i>
Види навчальної діяльності	<i>Лекції та практичні (семінарські) заняття, самостійна робота</i>
Види контролю	<i>Поточний контроль, семестровий контроль – іспит</i>
Пререквізити	<i>Дисципліна базується на знаннях, отриманих під час навчання на першому (бакалаврському) рівні освіти.</i>
Кореквізити	<i>Проектування, випробування та сертифікація об'єктів АРКТ. Мажор. Дисципліна 1.2. Моделювання авіаційної техніки Мажор. Дисципліна 1.3. Інженерний аналіз елементів авіаційної техніки.</i>
Постреквізити	<i>Мажор. Дисципліна 2.1. Інтегроване проектування літаків та вертольотів. Мажор. Дисципліна 2.2. Конструювання агрегатів вертольотів</i>

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета сформувати у студентів наукову базу, теоретичні та практичні знання по конструюванню основних агрегатів авіаційної техніки із умов мінімуму їх маси та дотриманням вимог норм льотної здатності ЛА по міцності, жорсткості та ресурсу їх конструкцій.

Згідно з вимогами освітньої програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Інтегральна компетентність - здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у сфері авіаційного транспорту або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Здатність до проведення досліджень для розв'язання складних задач у професійній діяльності.

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, синтезу, комп'ютерного моделювання та методів оптимізації.

Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.

Здатність до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень.

Спеціальні (фахові) компетентності спеціальності (СК):

Здатність формулювати мету і завдання дослідження, виявляти пріоритети розв'язку завдань, вибрати й створювати критерії оцінки.

Знання і вміння використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності.

Здатність до підготовки, планування й проведенню навчальних занять в освітніх організаціях.

Обізнаність в галузі аерогідродинаміки, базові знання для опису взаємодії тіл з повітряним і гідравлічним середовищем.

Здатність застосування базових знань в галузі математики для математичного моделювання явищ і об'єктів у професійній діяльності за спеціальністю.

Знання основ постановки і рішення задач проектування параметрів виробів і процесів.

Здатність до розробки конструкторської, організаційно-технічної та нормативно-методичної документації з проектування виробництва і випробовування авіаційної техніки.

Завдання – дати студентам знання: про особливості навантаження й роботи агрегатів авіаційної техніки (літаків та вертольотів); про особливості взаємодії деталей агрегатів і вузлів при експлуатаційних та розрахункових навантаженнях; про сучасні методики проектування й конструювання агрегатів літаків і вертольотів із умови мінімуму маси й з урахуванням заданого ресурсу; про вимоги, які ставляться до агрегатів літаків і вертольотів; про основні етапи й зміст проектування агрегатів літаків і вертольотів; про методики вибору параметрів та конструктивно-силових схем крила, несучого та рульового гвинтів, фюзеляжу, оперення, кермових поверхонь, елеронів, та механізації крила.

4. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль №1. Конструювання агрегатів літаків

Тема 1. Загальні питання конструювання агрегатів ЛА.

Мета й завдання курсу. Загальні питання проектування та конструювання агрегатів ЛА. Методи проектування (статистичний, аналітичний, інтегральний та інш.).

Концепції, принципи і методики проектування та конструювання агрегатів та їх частин сучасних літаків і вертольотів різного призначення.

Особливості й проблеми конструювання агрегатів літаків і вертольотів.

Вимоги, які пред'являють АП до агрегатів літаків і вертольотів, що проектуються.

Тема 2. Проектування та конструювання крила літака і вертольота.

Вимоги, які висувають АП до проектування та конструювання крил літаків і вертольотів. Етапи конструювання крил. Вибір і обґрунтування геометричних параметрів і визначення зовнішніх розмірів крила. Визначення навантажень, що діють на крило й побудова епюр внутрішніх сил (Q , $M_{\text{изг}}$, $M_{\text{кр}}$). Вибір і обґрунтування конструктивно-силової схеми (КСС) крила. Вибір числа й розташування лонжеронів і нервюр крила. Проектувальний розрахунок крила. Проектувальні параметри лонжеронів, стінок, панелей крила. Особливості проектування переважно стиснутих і переважно розтягнутих зон поперечного перерізу крила. Блок-схема визначення раціонального співвідношення й розподілу згинального навантаження між лонжеронами й панелями. Облік обмежень на вибір КСС крила (компонувальних, конструктивних, технологічних, експлуатаційних). Ув'язування КСС крила із КСС агрегатів планера, що приєднуються до нього, (фюзеляжу, шасі, кріплення двигуна, пілонів для різних підвісок, елементів системи керування і т.д.). Особливості проектування лонжеронів, нервюр і панелей крила в зоні конструктивних, технологічних і експлуатаційних роз'ємів та вирізів. Особливості КСС, проектування й конструювання крила зі змінюваною в польоті геометрією.

Змістовний модуль № 2

Тема 3. Проектування та конструювання оперення.

Вибір геометричних параметрів і визначення типу, форми, розмірів та розміщення оперення залежно від призначення й схеми літака (вертольота). Визначення навантажень на оперення, побудову епюр сил, (Q , $M_{\text{изг}}$, $M_{\text{п}}$). Вибір і обґрунтування КСС кіля й стабілізатора. Проектувальний розрахунок кіля й стабілізатора. Облік обмежень (компонувальних, конструктивних, технологічних, експлуатаційних). Ув'язування КСС кіля й стабілізатора з фюзеляжем (хвостовою балкою вертольота). Особливості конструктивно-силових схем і конструювання переставних стабілізаторів і цільно-поворотних горизонтальних оперень.

Тема 4. Конструювання рухомих частин крила і оперення.

Конструювання елеронів, рулів висоти та напрямку. Конструктивні особливості рулів і елеронів. Їхня розрахункова схема, навантаження, вибір: числа й відстані між опорами, положення осі обертання, типу аеродинамічної компенсації; визначення розрахункових зусиль, побудова епюр внутрішніх сил, визначення проектувальних параметрів лонжерона, обшивання й нервюр. Способи запобігання флатера. Підсилення конструкції в зоні вирізів, у місцях установки кронштейнів (вузлів), навішення носка рулів і елеронів. Конструкція елерона (стерна) із працюючим носком.

Конструювання механізації крила. Призначення, функції й види механізації крила. Специфічні вимоги до них. Засоби механізації задньої крайки крила. Відхилений випущений закрилок- навантаження, розрахункова схема, вибір відстані між опорами, особливості конструкції й навантаження закрилків і опор від характеру відхилення (висування, відхилення, ховання й т.п.). Конструктивно-силові схеми, розрахунок і проектування. Особливості конструювання й розрахунку двох-щілинних закрилків, кінематичні схеми, навантаження, розрахункова схема, проектувальні розрахунки. Опорні пристрої, визначення навантажень на рейки й вибір їх міцнісних і кінематичних параметрів з урахуванням стрілоподібності задньої крайки крила.

Способи механізації передньої крайки крила. Призначення, види, виконувані функції. Навантаження, що діють на передкрилок, щиток, носок, особливості висування (відхилення), конструювання й розрахунку.

***Тема 5. Проектування та конструювання агрегатів літаків
з урахуванням заданого ресурсу.***

Методи проектування та оцінки довговічності і ресурсу агрегатів літаків і вертольотів. Укрупнена блок-схема алгоритму проектування агрегатів з урахуванням заданого ресурсу. Оцінка довговічності при випадковому навантаженні. Теорія підсумовування втомної пошкоджуваності. Способи підвищення витривалості авіаконструкцій і конструктивно-технологічні методи забезпечення ресурсу та живучості агрегатів ЛА.

Перелік практичних робіт по курсу:

Визначення навантажень, що діють на агрегат.
Проектування рулів, елеронів, закрилків, щитків, передкрилків.
Конструювання лонжерону, силових та нормальних нервюр, обшивки, вузлів навішування агрегату.
Розробка конструкторського креслення агрегату

Перелік питань на самостійну підготовку:

Загальні питання проектування та конструювання агрегатів АТ
Проектування та конструювання крила літака і вертольота
Проектування та конструювання оперення літака
Конструювання рухливих частин крила і оперення.
Проектування та конструювання агрегатів літаків і вертольотів з урахуванням заданого ресурсу
Вибір параметрів основних агрегатів вертольота.
Проектування та конструювання лопаті несучого гвинта (НГ) вертольота
Конструювання силових елементів втулки НГ
Проектування та конструювання рульового гвинта (РГ) легкого вертольота
Проектування та конструювання фенестрона легкого вертольота.
Проектування та конструювання фюзеляжу одногвинтового вертольота.
Проектування та конструювання хвостової балки легкого вертольота
Проектування та конструювання оперення вертольота
Проектування та конструювання полозкового шасі легкого вертольота
Проектування та конструювання колісного шасі вертольота.

5. Індивідуальні завдання (виконання практичних робіт)

Проектувальний розрахунок рухомої частини крила у рамках практичних робіт. Розробка конструкторського креслення рухомої частини.

6. Методи навчання

Проведення лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів.

7. Методи контролю

1. Контроль присутності на заняттях.
2. Модульний контроль.
3. Захист практичних робіт.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист практичних робіт.	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...3	6	0...18
Змістовний модуль 2			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних	0...3	8	0...24
Модульний контроль	0...3	6	0...18
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться на основі накопичених здобувачем освіти балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Присутність на усіх заняттях та активно сприймати матеріал. Зробити письмові відповіді на питання модульного контролю.

Добре (75-89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати та захистити усі лабораторні роботи. Зробити письмові відповіді на питання модульного контролю.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Виконати та захистити усі практичні роботи. Продемонструвати розуміння матеріалу, та відповідати на питання по курсу. Зробити повні письмові відповіді на питання модульного контролю.

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, фабрикавання 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-dokumenty/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

10.1.103.10\Super_share

Посилання на Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2480>

1. Конструкція літаків і вертольотів [Текст]: підручник / В. С. Кривцов, Л. О. Малащенко, В. Л. Малащенко, С. В. Трубаєв. – Переробл. і доп. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 336 с.
2. Кривцов, В. С. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки : підручник. У 2 ч. Ч. 1 / В. С. Кривцов, Я. С. Карпов, М. М. Федотов. – Харків : ХАІ, 2002. – 468 с.
3. Кривцов, В. С. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки : підручник. У 2 ч. Ч. 2 / В. С. Кривцов, Я. С. Карпов, М. М. Федотов. – Харків : ХАІ, 2002. – 447 с.

11. Рекомендована література

Базова та допоміжна

10.1.103.10\Super_shar

1. Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes. CS-23. Amendment 3. 20 July 2012. – European Aviation Safety Agency, 2012. – 405 p.
2. Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes. CS-25. Amendment 26. 15 December 2020. — European Aviation Safety Agency, 2020. – 1222 p.
3. Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Small Rotocrafts. CS-27. Amendment 7. 24 June 2020. – European Aviation Safety Agency, 2020. – 169 p.
4. Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Rotocrafts. CS-29. Amendment 8. 24 June 2020. – European Aviation Safety Agency, 2020. – 228 p.
5. Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Engines. CS-E. Amendment 4. 13 March 2015. – European Aviation Safety Agency, 2015. – 211 p.
6. Концепція створення сучасних реактивних регіональних пасажирських літаків : монографія / П. В. Балабуєв, В. О. Богуслаєв, О. Д. Донець, О. Г. Гребеніков, О. З. Двейрін, В. М. Казуров, Є. Т. Василевський, А. М. Гуменний. – Харків: ХАІ, 2020. – 254 с.
7. Основи загального проектування літаків з газотурбінними двигунами : навч. посіб. / П. В. Балабуєв, С. А. Бичков, О. Г. Гребеніков та ін. – Харків : ХАІ, 2015. – 815 с.
8. Повітряний кодекс України [Електронний ресурс] : редакція від 19.02.2022 / Верховна Рада України. – URL: https://urist.com.ua/download_act/povitryanyi_kodeks.
9. Авіаційні правила України [Електронний ресурс] : затверджено Наказом Державної авіаційної служби України від 20.09.2021 № 1460. – URL: <https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2021/11/2.-Aviatsijni-pravila-Ukrayini>.
10. Проектування шасі літаків : підручник / В. І. Рябков, В. А. Трофімов, В. М. Павленко та ін. – Харків : ХАІ, 2011. – 340 с.

12. Інформаційні ресурси
Сайт кафедри k103@d4.khai.edu

1. www.aviadocs.net.
2. www.mirknig.com.
3. www.eknigi.org.
4. www.twirpx.com.
5. 10.0.0.250\kingi\xai.
6. 10.1.103.10\Super_share
7. www.wikipedia.org.