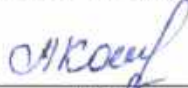


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

кафедра «Проектування літаків і вертольотів» (№ 103)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Людмила КАПІТАНОВА
(ім'я прізвище)

01 вересня 2025 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Проектування, випробування та сертифікація об'єктів АРКТ»

Галузь знань G «Інженерія виробництва та будівництво»
(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: Гребеніков О.Г., д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри №103

Проектування літаків і вертольотів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від “29” серпня 2025 р.

Завідувач кафедри проектування літаків і вертольотів №103



к.т.н., доцент

Сергій ТРУБАЄВ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:



Данило МАСЛЮ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Гребеніков Олександр Григорович

Посада: професор каф. №103

Науковий ступінь: д.т.н.

Вчене звання: професор

Перелік дисциплін, які викладає:

Інтегроване проектування літаків та вертольотів

Проектування, випробування та сертифікація
об'єктів АРКТ

Напрями наукових досліджень:

- Інтегроване проектування літаків та вертольотів.

Контактна інформація:

agrebenikov@ukr.net

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна, заочна</i>
Семестр	перший
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>денна: 6 кредити ЄКТС / 180 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, лабораторні – 0, практичні – 32; СРЗ – 116); заочна: 6 кредитів ЄКТС / 180 годин (8 аудиторних, з яких: лекції – 4, лабораторні – 0, практичні – 4; СРЗ – 172)</i>
Види навчальної діяльності	Лекції та практичні (семінарські) заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Конструкція літаків та вертольотів.
Кореквізити	Науково-дослідна робота. Необхідними супутніми дисциплінами є: Інтегроване проектування літаків і вертольотів, Моделювання та конструювання об'єктів авіаційної техніки за допомогою системи SIEMENS NX, Інженерний аналіз елементів авіаційної техніки, Планування інженерного експерименту
Постреквізити	Дисципліна базується на знаннях, які отримані при вивченні дисциплін: Загальна будова об'єктів АРКТ, Аеродинаміка, Міцність, Конструювання елементів та агрегатів АРКТ, Проектування силових установок АТ

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: засвоєння знань про методологію проектування, випробування та сертифікації літаків і вертольотів. Отримати необхідні навички в області проектування літаків і вертольотів, їх випробування, сертифікації та освоїти:

- а) методи формування тактико-технічних вимог до літаків і вертольотів;
- б) концепції створення нових ефективних літаків і вертольотів;
- в) аналітичні методи визначення параметрів літаків і вертольотів при автоматизованому проектуванні;
- г) методи наземних та льотних випробувань.

Розробка ескізних проектів літаків та вертольотів.

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)

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Здатність розробляти та управляти проектами

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

Спеціальні (фахові) компетентності спеціальності (СК):

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 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

Завдання: Отримати знання про сучасні методи проектування, конструювання та моделювання та випробування літаків і вертольотів, Норм льотної здатності літаків і вертольотів, сертифікації авіаційної техніки, основні вимоги до створення "Стандартної специфікації" на літальні апарати та керівництва по технічному обслуговуванню та експлуатації.

Вміти:

- зібрати і обробити статистичні дані літаків / вертольотів однотипних до заданого;
- скласти тактико-технічні вимоги до літака або вертольоту, який належить проектувати;
- синтезувати і обґрунтувати схему літака або вертольоту, що проектується;
- обґрунтувати вибір типу двигуна (двигунів);
- визначити оптимальну злітну масу літака і вертольоту;
- розробити загальний вид літака / вертольоту і виконати його креслення;
- скласти вагові зведення, підібрати і розмістити комплект обладнання, виконати компонування літака і вертольоту (включаючи креслення компонування), виконати розрахунки центрівки;
- визначити основні параметри частин літака і вертольоту;
- провести аналіз ефективності спроектованого літака/вертольоту (визначити паливну ефективність).

Міждисциплінарні зв'язки: – дисципліна базується на знаннях, які отримані при вивченні дисциплін: Загальна будова об'єктів АРКТ, Аеродинаміка, Міцність, Конструювання елементів та агрегатів АРКТ, Проектування силових установок АТ.

4. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методологія загального автоматизованого проектування літаків

ТЕМА 1. Розвиток сучасної світової авіації, основи методології автоматизованого проектування, попередній проектний аналіз літака.

Розвиток сучасної світової авіації.

Особливості розвитку авіаційного промислового комплексу в світі, Україні та країнах СНД. Загальні та спеціальні вимоги до літака. Норми літної здатності літаків (НЛС) та авіаційні правила (АПУ-23, АПУ-25) – основні нормативні документи, що регламентують процес створення літаків. Склад технічного завдання на проектування літаків. Тактико-технічні вимоги до літака.

Організація і основи методології автоматизованого проектування літаків.

Організація процесу проектування та його етапи. Теоретичні основи проектування. Основні положення методології автоматизованого проектування.

Попередній проектний аналіз літака.

Вихідні дані для проектування літака та розробка вимог до літака. Силові установки літаків та вимоги до них.

Параметричний аналіз літака.

Основні абсолютні та відносні параметри літака та його характеристики. Параметрична модель літака як об'єкта автоматизованого проектування. Аналіз впливу параметрів літака на величину швидкості польоту. Вплив параметрів літака на дальність польоту. Вплив параметрів літака на висоту польоту. Вплив параметрів літака на швидкопідйомність. Вплив параметрів літака на його маневреність. Вплив параметрів літака на величину нормального перевантаження при польоті в неспокійній атмосфері. Вплив параметрів літака на злітно-посадочні характеристики. Засоби зменшення коефіцієнту лобового опору.

ТЕМА 2. Аналіз і синтез схеми літака та його силової установки. Визначення маси та основних проектних параметрів літака, масово-інерційних характеристик літака. Компонування і центрування літака.

Аналіз і синтез схеми літака та його силової установки.

Вибір загальної схеми літака. Аналіз і вибір схеми дозвукового неманевреного літака. Аналіз і вибір схеми маневрених літаків. Вибір силової установки літака.

Визначення маси та основних проектних параметрів літака.

Розрахунок маси літака в нульовому наближенні. Розрахунок маси літака в першому наближенні. Розрахунок маси пасажирського та транспортного літака з ТРДД. Розрахунок маси пасажирського та транспортного літака з ТГД. Розрахунок маси маневреного літака. Розрахунок маси літака в третьому наближенні. Аналіз розрахунків мас літаків та їх складові частини. Алгоритм вибору геометричних параметрів пасажирського літака з ТГД. Компонування і центрування літака.

Визначення масово-інерційних характеристик літака.

Класифікація мас. Рівняння балансу мас. Визначення маси літака. Визначення моментів інерції.

Компонування і центрування літака.

Завдання компоновки та його зв'язок з синтезом схеми літака. Складові процесу компоновки. Аеродинамічне компоновання. Об'ємне вагове компоновання. Конструктивно-силове компоновання. Ув'язування форми та побудова зовнішніх обводів літака. Оформлення результатів компоновки. Загальні види літака.

ТЕМА 3. Особливості проектування літаків різних типів.

Особливості проектування пасажирських та вантажних літаків. Особливості створення важкого дальнього транспортного літака. Особливості проектування маневрених літаків. Особливості проектування повітряно-космічних та гіперзвукових літаків. Особливості проектування літаків для сільськогосподарства. Особливості проектування гідролітаків. Особливості проектування легких спортивних літаків. Оцінка та оформлення попереднього проекту. Випробування та сертифікація літаків.

Модульний контроль 1

Змістовий модуль 2. Методологія загального автоматизованого проектування вертольотів

ТЕМА 4. Вертоліт як об'єкт проектування. Основні схеми вертольотів, класифікації вертольотів. Рівняння існування вертольоту. Формування масових характеристик.

Вертоліт як об'єкт проектування.

Стадії дослідження та розробок. Роль науки в стадіях дослідження та розробок вертольоту. Етапи проектування. Загальні та спеціальні вимоги до вертольоту. Норми літної здатності вертольотів (НЛЗВ) та авіаційні правила (АПУ-27, АПУ-29) – основні нормативні документи, що регламентують процес створення вертольотів. Склад технічного завдання на проектування вертольоту. Тактико-технічні вимоги до вертольоту.

Основні схеми вертольотів.

Основні схеми вертольотів і обґрунтування їх вибору. Переваги та недоліки схем. Розповсюдження схем у світовому вертольотобудуванні. Порівняння різноманітних схем вертольотів.

Класифікації вертольотів по їх масі. Рівняння існування як міра необхідності урахування певних параметрів вертольоту, критерії оцінки ефективності і оптимізації параметрів вертольоту, як міра достатності доцільного рівня прийнятих параметрів.

Формування масових характеристик в процесі розробки вертольоту. Приблизна класифікація вертольотів по ваговим категоріям. Вагові формули. Сертифікація вертольоту як тип літального апарата - система контролю відповідності його вимогам НЛЗВ і АП.

ТЕМА 5. Особливості одногвинтового вертольоту. Енергоозброєність вертольоту. Вибір двигунів. Вибір геометричних параметрів частин вертольоту. Загальний вигляд та компоновання вертольоту.

Особливості одногвинтового вертольоту.

Особливості компоновання і загальний вигляд одногвинтового вертольоту. Вибір профілю лопаті, окружної швидкості кінців лопаті та заповнення несучого гвинта.

Енергоозброєність вертольоту. Вибір двигунів.

Потрібна енергоозброєність вертольоту та її можливості у виконанні ТТВ. Залежність від питомого навантаження на ометаєму площину відносної маси конструкції планера, відносної маси палива, відносної маси силової установки, маси обладнання і злітної маси вертольоту. Область існування питомого навантаження. Вибір двигунів силової установки.

Вибір геометричних параметрів частин вертольоту. Загальний вигляд та компоновання вертольоту. Рекомендації по вибору геометричних параметрів частин вертольоту, їх конструкції і взаємного розташування: розрахунок параметрів та вибір розташування несучого гвинта, кермового гвинта, хвостового оперення і крила, розмірів фюзеляжу транспортного вертольоту, вибір параметрів і розташування шасі. Центрівка вертольоту, його загальний вигляд та компоновання. Випробування та сертифікація вертольотів.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

За індивідуальними завданнями згідно напряму дослідницької роботи здобувача проводиться наукове дослідження здобувачем (студентом).

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів 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 студенти

8.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	8	0...4
Виконання і захист практичних 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...0,5	8	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...4	4	0...16
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Усього за модуль 2			0...50
Усього			0...100
Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	4	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...10	4	0...40
Модульний контроль	0...52	1	0...52
Усього за модуль 1			0...100

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

Білет для іспиту складається з чотирьох питань. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне питання – 25 балів.

Таблиця 8.2 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти за виконання курсової роботи (проекту)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
0...xx	0...xx	0...xx	100

8.3. 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

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

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

Добре (75 - 89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати усі завдання, захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Знати залежність льотних характеристик літака та вертольоту від основних його параметрів. Знати методи оцінки і синтезу схем літаків і вертольотів, методи розрахунку злітної маси літака і вертольоту і їх основних параметрів. Вміти скласти вагові зведення, підбирати і розміщувати комплект обладнання, виконувати конструювання літака і вертольоту (включаючи креслення конструювання), виконувати розрахунки центрівки.

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

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

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-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

10.1.103.10\Super_share

Посилання на Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2467>

14. Рекомендована література

Базова

1. Методологія інтегрованого проектування збірних літакових конструкцій регламентованої довговічності [Текст]: навч. посіб. / О. Г. Гребеніков. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015. – 538 с.
2. Основи авіації і технології виробництва літальних апаратів [Текст] : навч. посіб. Ч.1 / І. В. Бичков, В. В. Воронько, К. В. Майорова та ін. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 72 с.
3. Випробування літаків і їхніх систем в основних і спеціалізованих цехах авіапідприємства на різних стадіях виробництва [Текст]: навч. посіб./О. М. Застела, І. О. Воронько. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2017. – 64 с.
4. Випробування і сертифікація літальних апаратів та систем їх обладнання [Текст]: навч. посіб/ В.А. Трофімов, М.М. Кутелєв, Г.Й. Зайончковський – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2007. – 123 с.

Допоміжна

1. Основи надійності конструкцій літальних апаратів: навч. посіб. / Т. П. Набокіна, А. В. Кондратьєв, В. І. Парасюк. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 112 с.
2. Scientific Grounds of Structural and Production Concepts to Provide Aircraft Life Time [Text]: V. A. Boguslaev, S. A. Bychkov, A. G. Grebenikov, N. I. Moskalenko, A. M. Gumenniy, E. T. Vasilevsky, A. P. Eeretin, V. F. Sementsov, V. A. Grebenikov, O. M. Stolyarchuk, etc. – Study Guide. Nat. Aerospace Univ. named after N.Ye. Zhukovskiy “KhAI”, 2019 – 268 pages.
3. Principles of designing of airplanes with gas turbine engines / P.V. Balabuyev, S.A. Bichkov, A.G. Grebenikov, V.N. Zjeldochenko, A. A. Kobilyanskiy, A.K. Myalitsa, V.I. Ryabkov, T.P. Tseplyaeva. – Study Guide. – Kharkiv: National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», 2013. – 731 p.
4. Methodology of integrated designing and modelling of aircraft assembly structures / O.G. Grebenikov. – Kharkiv: National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», 2010. – 414 p.
5. Основи комп’ютерного моделювання за допомогою інтегрованої системи CAD/CAM/CAE/PLM UNIGRAPHICS NX / О.Г. Гребеніков, С.В. Удовиченко, А.М. Гуменний, В.В. Парфенюк, В.А. Нікіфоров, С.В. Воронов. – Учб. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ”Харк. авіац. ін-т”, EDS PLM SOLUTIONS, АНТО «КНХ», 2004. – 198 с.
6. Основи комп’ютерного моделювання за допомогою інтегрованої системи CAD/CAM/CAE/PLM UNIGRAPHICS NX / О.Г. Гребеніков, С.В. Удовиченко, А.М. Гуменний, В.В. Парфенюк, В.А. Нікіфоров, С.В. Воронов. – Учб. посібник. З лаб практикуму – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ”Харк. авіац. ін-т”, EDS PLM SOLUTIONS, АНТО «КНХ», 2005. – 104 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Науково-технічна бібліотека Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»: <http://library.khai.edu>
2. Сайт кафедри проектування літаків та вертольотів.: k103@d1.khai.edu
3. Сервер кафедри проектування літаків та вертольотів.