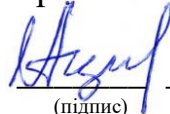


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Конструкцій і проектування ракетної техніки» (№ 401)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Олександр ЦИРЮК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« 31 » 08 2023 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Конструкція літальних апаратів і їх систем

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
(код і найменування спеціальності)

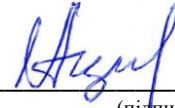
Освітня програма: «Ракетні та космічні комплекси»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2023 року

Харків – 2023 р.

Розробник: Цирюк О. А., професор, к. т. н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
Конструкцій і проектування ракетної техніки
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » 08 2023 р.

Завідувач каф. 401 канд. техн. наук, доцент
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

анна КОЛОСКОВА
(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача

Цирюк Олександр Анатолійович, к. т. н., доцент, професор кафедри № 401

Працює викладачем ХАІ з 1974 року. Наступним часом викладає такі дисципліни: «Конструкція літальних апаратів і їх систем», «Проектування літальних апаратів», «Проектування, випробування та сертифікація об'єктів АКТ».

Напрями наукових досліджень: оптимальне проектування силових конструкцій, балістичне проектування літальних апаратів.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 7 і 8 семестри

Обсяг дисципліни: 11,5 кредитів ЄКТС/345 годин, у тому числі аудиторних – 160 год., самостійної роботи здобувачів – 185 год.

Форма здобуття освіти – денна, дуальна, дистанційна

Дисципліна обов'язкова

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

Види контролю – тест, диф. залік.

Мова викладання – українська, англійська.

Пререквізити – «Інженерне матеріалознавство», «Вища математика», «Електротехніка», «Теоретична механіка», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Авіаційне матеріалознавство», «Взаємозамінність та стандартизація», «Деталі машин та основи конструювання», «Механіка матеріалів та конструкцій», «Теорія механізмів та машин», «Технології конструкційних матеріалів», «Аеродинаміка літального апарату», «Будівельна механіка», «Міцність літальних апаратів», «Оптимізація в техніці», «Системи автоматизованого проектування елементів конструкцій», «Особливості проектування конструкцій з композиційних матеріалів».

Кореквізити – виробнича практика

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надання професійних знань та умінь стосовно розробки конструкцій сучасної ракетно-космічної техніки.

Завдання: дати знання та сформулювати основи застосування знань в сфері методології розробки раціональних конструкцій сучасної ракетно-космічної техніки.

Компетентності, які набуваються:

- здатність призначати матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- здатність проводити розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність;
- здатність проектувати та проводити випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та професійній діяльності.

Очікувані результати навчання: застосовувати сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Типи корпусів літальних апаратів та методи їх розрахунку.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*
- *Лабораторна робота: «Конструкція корпусів. Конструкції відсіків корпусів, навантажених додатково внутрішнім тиском»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): експонати вузлів реальних конструкцій, засоби вимірювання.*

Корпус літального апарату. Його призначення, геометрія, форми. Вплив геометрії та форми корпусу на його масові та аеродинамічні характеристики. Навантаження, що діють на корпус. Типи КСС корпусів. Робота елементів конструкції корпусу. Синтез КСС корпусу. Особливості конструкції та алгоритм проектування безстрингерного відсіку. Особливості конструкції та алгоритм проектування стрингерного відсіку. Особливості проектування відсіків, навантажених внутрішнім тиском. Особливості конструкції паливних баків.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 18 годин

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Стикові вузли відсіків корпусів.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Лабораторна робота: «Конструкція стикових вузлів відсіків корпусів»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): експонати вузлів реальних конструкцій, засоби вимірювання.*

Устрій та конструкція з'єднань відсіків корпусу. Вимоги до з'єднань Алгоритм проектування фланцевого з'єднання, телескопічного, клинового, хомутом

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 3. Класифікація систем управління.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні*

Управляючі сили і моменти. Схеми ЛА. Вимоги до систем управління. Особливості управління безпілотними літальними апаратами. Склад системи управління. Шарнірний момент. Стійке і нестійке управління.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 годин

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 4. Газодинамічні органи управління.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні*

Газодинамічні органи управління. Типи газодинамічних органів управління: газові рулі, дефлектори, соплові насадки, тримери, поворотні та розрізні сопла, сопло, що обертається, вдув газу всередину сопла, поворот двигуна.. Особливості конструкції. Переваги та недоліки.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 години

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 5. Аеродинамічні органи управління.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Лабораторна робота: «Аеродинамічні органи управління»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): експонати вузлів реальних конструкцій, засоби вимірювання.*

Аеродинамічні органи управління. Типи аеродинамічних органів управління: рулі на задніх крайках несучої поверхні, цільноповоротні рулі, кінцеві рулі, інтерцептори, роллерони. Особливості конструкції. Переваги та недоліки. Аеродинамічна компенсація. Механізація крила літака.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 години

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Аеродинамічні органи управління сучасних літальних апаратів.

Тема 6. Силкові приводи органів управління.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 28 годин.*
- *Лабораторна робота: «Пневматична система ЛА. Система гарячого газу. Силкові приводи управління ЛА»*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): експонати вузлів реальних конструкцій, засоби вимірювання.*

Силові приводи системи управління. Призначення силових приводів. Вимоги, що до них пред'являються. Пневматичний силовий привід. Переваги та недоліки. Принципова схема. Проектувальний розрахунок силового циліндру. Принципові схеми та принцип роботи елементів пневмосистеми: розподільні пристрої, редуктори, різні клапани. Повітряний акумулятор тиску. Проектувальний розрахунок. Варіанти кріплення. Пневмопривід на гарячому газі. Переваги та недоліки. Принципова схема. Розрахунок газогенератору. Гідравлічний, електромагнітний та електромеханічний силові приводи. Переваги та недоліки. Принципові схеми.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 21 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 7. Механізми системи управління ЛА.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 31 години.*

- *Лабораторна робота: «Підпорні вузли аеродинамічних органів управління ЛА. Силові елементи механізмів управління (тяги). Силові елементи механізмів управління (качалки)»*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): експонати вузлів реальних конструкцій, засоби вимірювання.*

Вимоги, що пред'являються до механізму управління. Кінематичний розрахунок механізму управління. Розрахунок тяг, кронштейнів, ричагів. Особливості конструкції та проектувальний розрахунок приводних валів. Схеми управління елеронами.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 8. Спеціальні механізми управління.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 15 години.*

- *Лабораторна робота: «Диференціальний механізм управління ЛА»*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): експонати вузлів реальних конструкцій, засоби вимірювання.*

Механізми зміни передаточного числа. Типи. Принцип роботи. Диференціальні механізми управління, вимоги до них, принципові схеми. Механізми розкладання несучих поверхонь, вимоги до них. Склад. Типи. Розрахунок

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 9. Аеропружність.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*

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

Аеропружні явища та боротьба з ними. Зріст лобового опору, перерозподіл навантаження, дивергенція, реверс елеронів флатер, бафтінг. Розрахунок критичної швидкості дивергенції, реверсу елеронів, згибно-крутильного флатеру. Згибно-елеронний флатер.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Аеропружність та коливання конструкції.

Тема 10. Нагрів конструкції ЛА.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*

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

Нагрів конструкції ЛА в польоті. Вплив нагріву на працездатність конструкції. Джерела нагріву. Розрахунок температури у адіабатичній стінки. Рівняння теплового балансу для різних висот. Засоби захисту ЛА від нагріву. Проектувальний розрахунок теплоізоляції. Проектувальний розрахунок теплопоглиначеля. Конвекційне охолодження. Пористе охолодження. Поглинання тепла шляхом винесення маси, розрахунок абляційного покриття. Захист конструкції шляхом випромінювання тепла. Особливості теплового захисту носових обтічників, бакових та приладових відсіків. Особливості конструкції носових обтічників. Особливості конструкції з'єднань обтічників з шпангоутом.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 15 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Розрахунок нагріву конструкції ЛА

Тема 11. Особливості проектування конструкцій з композиційних матеріалів (КМ).

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*

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

Особливості КМ. Визначення пружних констант для шаруватого пакету. Критерії міцності для шаруватого пакету КМ. Проектувальні розрахунки конструкцій з КМ.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 25 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Особливості конструкції та розрахунку крил з КМ. Особливості конструкції та розрахунку відсіків корпусів з КМ

5. Індивідуальні завдання

Навчальним планом передбачено:

1. Дві розрахунково-графічних роботи:
 - «Проектування крила літального апарату»;
 - «Проектування відсіку керування ЛА».
2. Курсовий проект на тему «Проектування літального апарату»
Обсяг аудиторного навантаження: 24 години
Обсяг самостійної роботи здобувачів: 36 годин.

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

Для поточного контролю враховується робота на лекційних та практичних заняттях, усне опитування при їх проведенні, виконання та захист усіх лабораторних робіт, виконання та захист РГР, проведення поточних контрольних тестів і фінальний контроль у вигляді іспиту у разі відмови студента від зароблених балів протягом семестру.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Виконання і захист практичних (лабораторних) робіт – 8...10 балів.

Виконання і захист двох РГР. Кожна РГР – 25 балів.

Тест складається з 4 питань. Кожне питання – 10 балів

Під час складання тесту здобувач має можливість отримати максимум 40 балів.

Розподіл балів, які отримують здобувачі за виконання курсового проекту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 30	до 30	до 40	100

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Семестр 7

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Виконання і захист практичних робіт	0...2	5	0...10
Тест	0...20	1	0...40
Виконання і захист РГР	0...25	2	0...50
Усього за семестр			0...100

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 здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно проводити проектувальні розрахунки елементів планеру ЛА з використанням обчислювальної техніки.

Добре (75 - 89). Твердо володіти мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти самостійно проводити проектувальні розрахунки елементів планеру ЛА з використанням обчислювальної техніки. Вміти пояснювати складні процеси що виникають в польоті ЛА.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Досконально знати усі технології, що використовуються при проектуванні конструкції ЛА. Вміти самостійно проводити проектувальні розрахунки елементів планеру ЛА з використанням обчислювальної техніки з урахуванням сучасних тенденцій в галузі.

9. Політика навчального курсу

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

10. Методичне забезпечення

Програмне забезпечення розміщено за посиланням:
<https://drive.google.com/drive/folders/1R4rNkuYsXr-g1dWUyZz0K72XivHv-uzf?usp=sharing>

Курс дистанційного навчання Ментор: <https://mentor.khai.edu/?redirect=0>

1. Цирюк, О. А. Конструкція літальних апаратів та їх систем [Текст] : навч. Посіб. до розрахунк.-графічн. робіт / О. А. Цирюк. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіа. ін.-т». 2021. – 72 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Travis S. Taylor. Introduction to Rocket Science and Engineering. 2017. p.250
2. Don Edberg, Willie Costa. Design of Rockets and Space Launch Vehicles. 2022. p.1072

Допоміжна

1. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки [Текст]: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. Ч. 1 / В. С. Кривцов, Я. С. Карпов, М. М. Федотов; Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. : ХАІ, 2002. - 468 с. - Библиогр.: с. 462-464
2. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки [Текст]: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. Ч. 2 / В. С. Кривцов, Я. С. Карпов, М. М. Федотов; Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. : ХАІ, 2002. - 722 с. - Библиогр.: с. 715-718