

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

 Марина ШЕВЦОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 31 » 08 2023 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Проектування, випробування та сертифікація об'єктів АРКТ
(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: «Ракетно-космічна техніка»,

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *другий (магістерський)*

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)

Ганна 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 – 1 семестр

Обсяг дисципліни: 6 кредитів ЄКТС/180 годин, у тому числі аудиторних – 64 год., самостійної роботи здобувачів – 116 год.

Форма здобуття освіти – денна, дуальна, дистанційна

Дисципліна обов'язкова

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

Види контролю – іспит.

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити)

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити)

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надання професійних знань та умінь стосовно розробки сучасної ракетно-космічної техніки, вибору обліку літального апарату, балістичного проектування, розрахунку масових і енергетичних характеристик, компонування і центрування, випробувань і сертифікації.

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

Компетентності, які набуваються:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Усвідомлення історії, сучасного стану, проблем та перспектив розвитку авіаційної та ракетно-космічної техніки.

- Здатність критично осмислювати проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою.
- Здатність обґрунтовувати вибір клас матеріалів для елементів конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки.
- Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність проектування, досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок
- Здатність поставити та вирішити професійні задачі на основі концептуальних спеціалізованих знань, що включають останні наукові здобутки, у галузі гідравлічних, пневматичних, електричних та електронних систем.

Програмні результати навчання:

- Знати і розуміти засади фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі авіаційної та/або ракетно-космічної техніки.
- Знати і розуміти робочі процеси у системах та елементах авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, необхідні для розуміння, опису, вдосконалення та оптимізації їх параметрів.
- Розуміти та застосовувати при розв'язанні складних професійних (науково-технічних) задач принципи та методи системного аналізу.
- Використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми.
- Приймати ефективні рішення при виникненні нестандартних складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу.
- Виявляти навички самостійної та колективної роботи, лідерські якості, організовувати роботу за умов обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність.
- Складати звітну документацію за результатами розв'язання складних професійних (науково-технічних) задач, презентувати виконані дослідження у вигляді наукових звітів публікацій, доповідей на конференціях тощо.
- Обґрунтовано призначати клас матеріалів для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки, обирати і застосовувати ефективні методи модифікації їх властивостей.
- Обґрунтовано призначати показники якості об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.
- Застосовувати вимоги галузевих та міжнародних нормативних документів при формулюванні та розв'язанні науково-технічних задач проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або)сертифікації на всіх етапах її життєвого циклу.
- Оцінювати стійкість та керованість літального апарата, визначати вихідні параметри для формування зовнішнього вигляду авіаційної та ракетно-космічної техніки.
- Організовувати виконання складних завдань у професійній діяльності колективом.

- Розраховувати напружено-деформований стан, визначати несучу здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, яке використовується в галузі.

- Використовувати на практиці сучасні методи та засоби проектування, виробництва, випробування, ремонту та (або) сертифікації систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

- Визначати та оптимізувати параметри технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва вузлів, агрегатів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Особливості проектування ракетно-космічної техніки (РКТ).

Тема 1. Методологія проектування РКТ.

Форма занять: лекція, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*

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

- Основні співвідношення теорії реактивного руху (рівняння Мещерського, тяга двигуна, формула Циолковського). Послідовність розробки технічної пропозиції РКТ. Управляючі сили і моменти, засоби їх створення. Схеми РКТ

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Вибір аеродинамічної схеми ЛА.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 години.*

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

Схеми ЛА. Аеродинамічні схеми ЛА. Класифікація аеродинамічних схем по кількості та поперечній орієнтації крил та по положенню органів управління відносно центру мас. Особливості керування для різних схем. Оцінка схем по несучим властивостям (нормальна схема, схема з хрестообразними крилами, схема з поворотними крилами, "качка", безхвістка). Оцінка схем по аеродинамічній якості, оцінка схем по потрібним запасам поздовжньої стійкості. Динамічні характеристики ЛА. Явища аеропружності. Захист ЛА від нагріву.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Схеми сучасних літальних апаратів.

Тема 3. Вибір основних систем ЛА.

Форма занять: лекція, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Вибір корисного навантаження. Вибір двигуна для ЛА різного призначення. Вибір системи управління. Особливості різних систем управління. Основні методи наведення, їх особливості. Зв'язок системи управління з методом наведення.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Системи навігації сучасних літальних апаратів.

Тема 4. Балістичне проектування ЛА.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 11 годин.*
- *Практична робота: «Визначення запасу пального, часу активного польоту та програми роботи двигуна».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери.*

Мета та задачі балістичного проектування. Основні допущення. Повна система рівнянь руху. Особливості рівнянь руху для космічних ЛА. Космічні швидкості. Траєкторії космічних апаратів. Особливості запуску і спуску космічного апарату. Визначення запасу пального ЛА.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 5. . Розрахунок масових характеристик ЛА.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 години.*
- *Практична робота: «Визначення стартової маси ЛА».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери.*

Визначення маси системи управління та системи внутрішньої енергетики. Визначення відносної маси двигуна Визначення відносної маси елементі планеру ЛА. Визначення маси останньої ступені та стартової маси ЛА.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 6. Розрахунок геометрії планеру ЛА.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 години.*
- *Практична робота: «Розрахунок геометрії ЛА».*

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

Визначення геометричних характеристик крила, корпусу та оперення.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4 години

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 7. Компоновка та центрівка ЛА.

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

- *Обсяг аудиторного навантаження: 5 годин.*

- *Практична робота: «Компоновка та центрівка ЛА»*

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

Типи компоновок. Вимоги до компоновки та центрівки. Методи коригування запасу подовжньої стійкості на різних етапах проектування.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 година.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 8. Особливості ЛА різних класів.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 години.*

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

Особливості проектування ЗУР. Особливості проектування ЛА класу повітря-повітря. Особливості проектування ЛА класу повітря-земля. Особливості проектування торпед. Особливості проектування ЛА ПРО.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 58 година.

- Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Сучасні тенденції в аерокосмічній галузі.

Тема 9. Випробування та сертифікація РКТ.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*

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

Типи випробувань. Параметри, що вимірюються. Класифікація вимірювань при льотних випробуваннях, зовнішньо траєкторні і радіотелеметричні вимірювання. Полігонні випробування. Особливості сертифікації РКТ

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

5. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачено

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консу-

льтації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), виконання розрахункової роботи

7. Методи контролю

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

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Виконання і захист практичних робіт – 30...40 балів.

Тест складається з 5 питань. Кожне питання – 12 балів

Під час складання тесту здобувач має можливість отримати максимум 60 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	0...8	5	0...40
Модульний контроль (тест)	0...60	1	0...60
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 ракетно-космічної техніки 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 ракетно-космічної техніки 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 обумовленій викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Досконально знати усі технології, що використовуються при проектуванні ЛА. Вміти самостійно проводити проектувальні розрахунки ракетно-космічної техніки 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

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

11. Рекомендована література

Базова

1. Цирюк О.А. Загальне проектування крилатих ракет: навч. посібник / О.А. Цирюк, М.О. Яровой. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін.-т», 2009. – 40 с.
2. Цирюк О.А. Балістичне проектування літальних апаратів: навч. посіб. / О.А. Цирюк, Г.Г. Головіна. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015. – 36 с.
3. Цирюк О. А. Проектування крилатих ракет, що мають пасивну ділянку траєкторії [Текст] : навч. посіб. / О. А. Цирюк, А. А. Царіцинський. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 52 с.
4. Проектування ракет-носіїв: Підручник //В. В. Близниченко, Є. О., Джур, Р. Д. Краснікова, Л. Д. Кучма, А. К. Линник та ін.; за ред.. акад. С. М. Конюхова. – Д.: Вид-во ДНУ, 2007. – 504 с.
5. 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
6. Цирюк О. А. Проектування крилатих ракет, що мають пасивну ділянку траєкторії [Текст] : навч. посіб. / О. А. Цирюк, А. А. Царіцинський. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 52 с.

Допоміжна

1. Tsyriuk, O. A. Estimation of wing loading of a missile [Текст] /O. A. Tsyriuk, A. A. Tsaritsynskiy // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. Ін.-т». – Харків, 2021. - № 91. – С. 143 – 149.