

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК

 Н. В. Руденко
(підпис) (ініціали та прізвище)

«___» _____ 2021 р.

**СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Проектування літальних апаратів
(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: *третій (освітньо-науковий)*

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

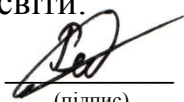
Розробник: Цирюк О. А., професор, к. т. н., доцент 
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри «Конструкцій і проектування ракетної техніки» (№ 401)
(назва кафедри)

Протокол № _____ від « _____ » _____ 2021 р.

Завідувач кафедри к. т. н., доцент  Г. М. Колоскова
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____  _____ М.В.Ремезок
(підпис) (ініціали 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 і 2 семестри

Обсяг дисципліни: 9 кредитів ЄКТС/270 годин, у тому числі аудиторних – 96 год., самостійної роботи здобувачів – 174 год.

Форма здобуття освіти – денна, дуальна, дистанційна

Дисципліна вибіркова

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

Види контролю – модульний контроль, диф. залік, іспит.

Мова викладання – українська.

Пререквізити – : «Загальна будова ракетно-космічної техніки», «Двигуни установки літальних апаратів», «Аеродинаміка», «Динаміка польоту».

Кореквізити – переддипломна практика.

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, компоновання і центрування, розрахунку тактичних характеристик літального апарату.

.

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;
- - вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- здатність до проведення досліджень для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності;
- здатність генерувати нові ідеї та реалізовувати їх у вигляді інноваційних рішень, працюючи у команді з залученням представників інших професійних груп;

- навички використання новітніх інформаційних технологій;
- здатність до адаптації та дії в новій ситуації;
- визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків;
- здатність до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень;
- орієнтування в історії, сучасному стані, проблемах та перспективах розвитку авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- усвідомлення робочих процесів у системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки, необхідних для розуміння, опису, вдосконалення об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки та оптимізації їх параметрів;
- здатність формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі щодо проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації конкурентоздатних зразків авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Очікувані результати навчання:

- вміння розв'язувати складні інженерні завдання і проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, що потребує оновлення та інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог;
- вміння критично осмислювати проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою;
- навички складання звітної документації за результатами робіт з виконання професійних (науково-технічних) задач, підготовки науково-технічних публікацій, доповідей та презентацій за результатами виконаних досліджень;
- вміння використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми;
- навички прийняття рішень при виникненні нестандартних складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності умов та вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу;
- готовність до подальшого навчання у сфері авіаційної та ракетно-космічної техніки, механічної інженерії і дотичних галузей знань, яке значною мірою є автономним та самостійним;
- вміння аналізувати передові наукові та технічні досягнення в галузі проектування та виробництва елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки в умовах різних етапів розвитку, використовуючи історичну, патентну та науково-технічну літературу;
- вміння визначати вихідні параметри для формування зовнішнього вигляду авіаційної та ракетно-космічної техніки на основі навичок оцінювання стійкості та керованості літального апарата згідно з існуючими

методиками;

- вміння використовувати на практиці сучасні методи, способи та засоби проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки для різних типів промислового виробництва;
- вміння формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі з розроблення новітніх зразків систем та елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на основі знань та розуміння особливостей їх конструкції та робочих процесів.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Вибір раціонального обліку ЛА. Розрахунок запасу палива ЛА в найпростіших випадках.

Тема 1. Вступ до дисципліни «Проектування літальних апаратів»

Форма занять: лекція, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
- Предмет вивчення і задачі дисципліни «Проектування літальних апаратів». Місце курсу у навчальному плані

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1 година.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Методологія проектування ЛА.

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

Основні співвідношення теорії реактивного руху (рівняння Мещерського, тяга двигуна, формула Циолковського). Особливості сучасних ЛА. Проблеми проектування ЛА. Послідовність розробки ЛА (ТЗ, технічна пропозиція, ескізний проект, технічний проект, виготовлення спробних зразків та їх випробування, серійне виробництво). Технічне завдання, розробка тактико-технічних вимог. Методологія проектування. Основні види критеріальних функцій (маса, коштовність, тактичний критерій). Технічна пропозиція. Управляючі сили і моменти, засоби їх створення. Схеми ЛА

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

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

Тема 3. Вибір аеродинамічної схеми ЛА

Форма занять: лекція, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 5 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- Аеродинамічні схеми ЛА. Класифікація аеродинамічних схем по кількості та поперечній орієнтації крил та по положенню органів управління відносно центру мас. Оцінка схем по несучим властивостям (нормальна схема, схема з хрестоподібними крилами, схема з поворотними крилами, "качка", безхвістка). Оцінка схем по аеродинамічній якості, оцінка схем по потрібним запасам поздовжньої стійкості. Динамічні характеристики ЛА.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1 година.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 4. Вибір основних систем ЛА.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Вибір кількості ступенів. 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: 5 годин

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Сучасні системи управління.

Тема 5. . Визначення відносного запасу палива ЛА в найпростіших випадках

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні*

- Мета та задачі балістичного проектування. Основні допущення. Повна система рівнянь руху. Визначення запасу палива при: відсутності аеродинамічних та гравітаційних сил. Визначення запасу палива для ракет великої дальності

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1 година

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 2. Визначення відносного запасу палива ЛА в складних випадках. Розрахунок масових, геометричних та тактичних характеристик ЛА

Тема 6. Визначення відносного запасу палива ЛА в складних випадках.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 22 години.*
- *Практична робота: «Визначення запасу пального, часу активного польоту та програми роботи двигуна».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): комп'ютери.*

- Визначення запасу палива при нахиленій траєкторії польоту з постійною тягою двигуна.. Визначення запасу пального в загальному випадку. Визначення часу активного польоту, профілю швидкості та форми траєкторії на активній та пасивній ділянках траєкторії. Визначення програми роботи двигуна. Визначення питомого навантаження на крило. Методика рішення задачі балістичного проектування.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1 година

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 7. Розрахунок стартової маси літального апарата.

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

Типи бойових частин ЛА різного призначення (фугасні, осколочні, кумулятивні, спеціальні). їх конструктивні особливості. Визначення основних параметрів бойових частин. Визначення маси системи управління та системи внутрішньої енергетики. Визначення відносної маси двигуна (РДТТ, ЖРД, ПРД). Визначення відносної маси елементів планеру ЛА. Визначення маси останньої ступені та стартової маси ЛА

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 2 години.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 8. Розрахунок геометрії планеру ЛА.

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

Визначення геометричних характеристик крила маневреного та неманевреного ЛА. Визначення геометричних характеристик корпусу та оперення

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1 година.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 9. Компоновка та центрівка ЛА. Траєкторний розрахунок ЛА.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Практична робота: «Компоновка та центрівка ЛА. Розрахунок тактичних характеристик ЛА»*

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

- Типи компоновок. Вимоги до компоновки та центрівки. Особливості компоновки двигунів. Особливості компоновки бойових частин, обладнання. Методи коригування запасу подовжньої стійкості на різних етапах проектування. Визначення тактичних характеристик ЛА.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 1 година.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Навчальним планом передбачено:

1. Одна розрахунково-графічна робота:

- «Визначення основних параметрів літального апарату»;

Обсяг самостійної роботи здобувачів 123 години.

2. Курсовий проект

Обсяг аудиторного навантаження: 32 години

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 28 годин.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

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

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Білет для *іспиту* складається з трьох питань. Кількість балів за кожне питання – 33.

Під час складання семестрового *іспиту* здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	10	0...5
Виконання і захист практичних робіт	1...1,66	3	3...5
Модульний контроль	12...20	1	12...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,83	6	0...5
Виконання і захист практичних робіт	1...2,5	2	2...5
Модульний контроль	12...20	1	12...20
Виконання і захист РГР	31...40	1	31...40
Усього за семестр			60...100

Розподіл балів, які отримують здобувачі за виконання курсового проекту

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

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

НМКД розміщено на сайті ХАІ за посиланням:
<https://khai.edu.ua/education/osvitni-programi-i-komponenti/osvitni-programi->

bakalavriv/

Програмне забезпечення розміщено за посиланням:
<https://drive.google.com/drive/folders/1czrqzgd21lED09icT99CnMiDbjzCQqUY?usp=sharing>

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

11. Рекомендована література

Базова

1. Чернобровкин Л.С. Общее проектирование ЛА / Л.С. Чернобровкин. – М.: Машиностроение, 1970. – 216 с.
2. Шеверов Д.И. Проектирование беспилотных летательных аппаратов / Д.И. Шеверов. – М.: Машиностроение, 1978. – 264 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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. Лебедев А.А. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов / А.А. Лебедев, Л.С. Чернобровкин. – М.: Машиностроение, 1973 – 616 с.
2. Дракин И.И. Основы проектирования беспилотных ЛА с учетом экономической эффективности / И.И. Дракин. – М.: Машиностроение, 1973, - 224 с.
3. Белов Г.В. Основы проектирования ракет / Г.В. Белов, М.И. Зоншайн, А.П. Оскерко. – М.: Машиностроение, 1974. – 256 с.
4. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) / под ред. В.П. Мишина. –М.: Машиностроение, 1985. – 360 с.
5. Белоцерковский С.М. Решетчатые крылья / С.М. Белоцерковский [и др]. – М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
6. Проектування і конструкція 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.
7. Теоретические основы проектирования ствольных управляемых ракет. Монография /О. П. Коростелёв, Б. И. Доценко, Н. А. качаев и др, под редакцией О. П. Коростелёва. – Киев, изд. DEFENSE TXHRESS LIBRARY, 2007. – 445 с.

8. Авиационное вооружение и авионика // Энциклопедия XXI век. Оружие и технологии России. – М. : Оружие и технологии, 2005. – Т. 10. – 766 с.

12. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: <http://faculty4.khai.edu/ru/site/K401.html>