

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



Гайдачук В.Є.

(ініціали та прізвище)

«___» _____ 2021 р.

**СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Конструкція безпілотних літальних апаратів та 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: «Безпілотні літальні комплекси»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

Розробник: Бетін Д.О. доц. к.401, к.т.н.
(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 № _____ від « _____ » _____ 2021 р.

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

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____ 
(підпис)

Ремезок М.В.
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Бетін Денис Олександрович, к.т.н. З 2010 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- конструкція безпілотних летальних апаратів;
- загальна будова ракетно-космічної техніки;
- випробування літальних апаратів та їх систем;
- комплекси літальних апаратів.

Напрями наукових досліджень: проектування, виготовлення та випробування вільнолітаючих динамічно подібних моделей літаючих апаратів.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 6 семестр.

Обсяг дисципліни: 6 кредитів ЄКТС / 180 годин, у тому числі аудиторних – 88 год., самостійної роботи здобувачів – 92 год.

Форма здобуття освіти – денна/заочна/дуальна/дистанційна.

Дисципліна вибіркова.

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

Види контролю – іспит.

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – інженерні основи аерокосмічної техніки, механіка матеріалів, інженерне матеріалознавство, будівельна механіка, теоретична механіка, теорія машин та механізмів.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – авіаційне матеріалознавство, випробування літальних апаратів та їх систем, оптимізація в техніці, особливості проектування конструкцій з композиційних матеріалів.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надання професійних знань та умінь стосовно розробки конструкцій та систем сучасних безпілотних літальних апаратів.

Завдання: вивчення основних конструктивних рішень в області конструювання ЛА, конструкцій і вузлів, формування умінь проводити конструктивних аналіз і визначати параметри основних відсіків ЛА, формування навичок інженерного обґрунтування проектних рішень і розрахунку льотно-технічних параметрів ЛА програмного забезпечення.

Компетентності, які набуваються:

- базові знання у галузі гідравлічних, пневматичних, електричних та електронних систем, що застосовуються в авіаційній та ракетно-космічній техніці;
- практичне користування сучасною українською мовою у сфері ділового та професійного (науково-технічного) спілкування;
- практичне користування іноземною мовою в соціально-побутовій і професійній сферах спілкування;
- здатність використовувати положення динаміки польоту та керування при проектуванні об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки (АКТ);
- здатність призначати матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- знання робочих процесів у системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та професійній діяльності.

Очікувані результати навчання:

- вміти пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і неспеціалістам в ясній і однозначній формі;
- 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;
- пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на її льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про стійкість та керованість авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу;
- мати уявлення про структуру та принципи дії бортового та навігаційного обладнання авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- застосовувати сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- пояснювати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Загальні питання розробки конструкцій БЛА

Тема 1. Вступ до дисципліни «Конструкція безпілотних літальних апаратів та їх систем».

- форма занять лекція, самостійна робота;
- Обсяг аудиторного навантаження 1-2 години;
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

– Предмет вивчення і задачі дисципліни «Конструкція безпілотних літальних апаратів та їх систем». Міждисциплінарні зв'язки.

- обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Методи раціонального проектування силових конструкцій

Тема 2. Загальні питання проектування конструкцій літальних апаратів.

- форма занять лекція, практична робота, самостійна робота;
- Обсяг аудиторного навантаження 5-7 годин;
- *Практична робота: “ Аналіз та вибір аеродинамічної схеми БЛА ”;*
- *обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): безпілотні літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;*

– Основні вимоги до конструкцій БЛА. Проектування та конструювання. Стандартизація та уніфікація елементів конструкцій як один з шляхів підвищення показників якості виробу. Методологія проектування складних конструкцій. Методи раціонального проектування силових конструкцій. Взаємодія літального апарату з навколишнім середовищем. Вплив нагріву на працездатність конструкції. Особливості впливу на БЛА при зберіганні та транспортуванні. Силові навантаження на БЛА при транспортуванні та в польоті. Руйнуючі навантаження та напруження. Запаси міцності.

- обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Взаємодія літального апарату з навколишнім середовищем. Міжнародна Стандартна Атмосфера.

Тема 3. Аналіз та вибір схеми БЛА та типу силової установки.

- форма занять лекція, самостійна робота;
- Обсяг аудиторного навантаження 3-4 години;
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

– Вибір загальної схеми БЛА. Вибір аеродинамічної схеми БЛА. Вибір схеми БЛА по окремим її признакам. Вибір типу та числа двигунів проектуємого БЛА. Підхід до вибору схеми БЛА.

- обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Перспективні конструкційні матеріали. Проведення розрахунків та виконання РГР.

Тема 4. Розрахунок маси БЛА.

- форма занять лекція, практична робота, самостійна робота;
- Обсяг аудиторного навантаження 5-9 годин;
- Практична робота: “Визначення положення центру мас БЛА”;
- обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;
- Класифікація маси БЛА. Розрахунок маси БЛА в першому наближенні. Розрахунок маси БЛА в другому наближенні. Точність вагових розрахунків. Перерахунок вагових характеристик БЛА. Вагове проектування та контроль маси БЛА.
- обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Перспективні конструкції БЛА. Модульні частини БЛА. Заміна модулів в польових умовах. Проведення розрахунків та виконання РГР.

Тема 5. Компонування та центрування БЛА.

- форма занять лекція, практична робота, самостійна робота;
- Обсяг аудиторного навантаження 4-6 годин;
- Практична робота: “Розрахунок мас БЛА”;
- Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;
- Аеродинамічне конструювання. Об’ємно-масове конструювання. Конструктивно-силове конструювання. Оформлення результатів конструювання.
- обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Особливості з’єднань елементів силових конструкцій з композиційних матеріалів. Проведення розрахунків та виконання РГР.

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. Агрегати БЛА

Тема 6. Крило БЛА.

- форма занять лекція, практична робота, лабораторна робота, самостійна робота;*
- Обсяг аудиторного навантаження 8-14 годин;*
- Лабораторна робота: “Крило БЛА”;*
- обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): агрегати безпілотних літальних апаратів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;*
- Практична робота: “Конструювання та визначення основних характеристик крила БЛА”;*
- Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків та виконання креслень та створення 3-D моделей;*
- Основні геометричні параметри крила. Аеродинамічні характеристики крил помірних та великих подовжень. Аеродинамічні характеристики крил малого подовження. Механізація крила та елерони.*
- обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Особливості конструкції та розрахунку крил з композиційних матеріалів. Багатошарові конструкції. Проведення розрахунків та виконання РГР.

Тема 7. Силова установка БЛА.

- форма занять лекція, самостійна робота;*
- Обсяг аудиторного навантаження 4-5 годин;*
- обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні;*
- Силова установка, як система БЛА. Повітрязабірники сучасних БЛА. Система вихлопу. Установка двигунів на сучасних БЛА. Паливна система. Енергетична система двигуна.*
- обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Аеродинамічні органи управління. Проведення розрахунків та виконання РГР.

Тема 8. Оперення БЛА.

- форма занять лекція, практична робота, лабораторна робота, самостійна робота;*
- Обсяг аудиторного навантаження 8-12 годин;*
- Лабораторна робота: “Оперення БЛА”;*

– обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): агрегати безпілотних літальних апаратів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;

– Практична робота: “ Конструювання та визначення основних характеристик оперення БЛА ”;

– Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків та виконання креслень та створення 3-D моделей;

– Основні поняття. Задачі проектування оперення. Вибір форми оперення. Вибір форми та параметрів органів керування. Проектування конструктивно-силової схеми та схеми стикування оперення.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Аеропружність та коливання конструкції. Проведення розрахунків та виконання РГР. Розробка та виконання креслень розробленого БЛА.

Тема 9. Система керування БЛА.

– форма занять лекція, практична робота, лабораторна робота, самостійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 7-9 годин;

– Лабораторна робота: “Качалки та тяги системи керування БЛА ”;

– обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): агрегати безпілотних літальних апаратів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;

– Практична робота: “ Конструювання та розрахунок основних параметрів елементів системи керування БЛА ”;

– Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків та виконання креслень та створення 3-D моделей;

– Контур керування. Його основні елементи та їх характеристики. Основні особливості характеристик стійкості та керованості сучасних БЛА та методи їх покращення.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Розрахунок нагріву конструкції БЛА. Проведення розрахунків та виконання РГР. Розробка та виконання креслень розробленого БЛА.

Тема 10. Шасі БЛА.

– форма занять лекція, практична робота, лабораторна робота, самотійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 7-9 годин;

– Лабораторна робота: “Схеми шасі БЛА”;

– обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): агрегати безпілотних літальних апаратів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;

– Практична робота: “ Вибір схеми шасі БЛА та розрахунок його основних параметрів ”;

– Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків та виконання креслень та створення 3-D моделей.

– Вибір схеми шасі. Вибір основних геометричних параметрів шасі. Вибір числа опор. Силові кінематичні схеми шасі.

– обсяг самотійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Диференціальний механізм управління БЛА. Розробка та виконання креслень розробленого БЛА. Оформлення пояснювальної записки.

Тема 11. Основи автоматизації проектування БЛА.

– форма занять лекція, самотійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 4-5 години;

– Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

– Призначення та принципи побудування САПР. Структура та склад САПР. Узагальнена математична постановка задачі проектування. Опис алгоритму формування обліку БЛА. Методи рішення задач оптимізації.

– обсяг самотійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Вплив технології виготовлення на конструкцію силових деталей. Розробка та виконання креслень розробленого БЛА. Оформлення пояснювальної записки.

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 самотійної роботи здобувачів – за необхідністю.

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота на тему: “Розробка безпілотного літального апарату статистичним методом”.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й виконання лабораторних робіт), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0	14	0
Виконання і захист практичних робіт	0...3	3	0...9
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0	14	0
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	4	0...20
Виконання і захист практичних робіт	0...3	4	0...12
Виконання і захист РГР	0...30	1	0...30
Модульний контроль	0...19	1	0...19
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного запитання. Кількість балів розподіляється наступним чином: 35 балів за кожне теоретичне питання, та 30 балів за практичне питання.

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

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні та лабораторні роботи, а також РГР. Вміти самостійно проводити проектувальні розрахунки елементів планеру БЛА з використанням обчислювальної техніки.

Добре (75-89). Твердо володіти мінімумом 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 БЛА з використанням обчислювальної техніки. Вміти пояснювати складні процеси що виникають в польоті БЛА.

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 конструкцій БЛА. Вміти самостійно проводити проектувальні розрахунки елементів планеру БЛА з використанням обчислювальної техніки з урахуванням сучасних тенденцій в галузі.

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

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&clear_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

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1411>

11. Рекомендована література

Базова

1. Околота М.В., Колоскова Г.М. Інженерні основи авіаційно-космічної техніки. Загальний пристрій її об'єктів. [Текст]: навч. посібник / М. В. Околота, Г. М. колоскова - Харків «ХАІ», 2004. - 55 с.
2. 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
3. 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
4. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Конструкции летательных аппаратов и их систем" . – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 2001. – 50с

Допоміжна

1. Кривцов В.С., Карпов Я.С., Федотов М.Н. Основы аэрокосмической техники. Х., ХАИ, 2003. Ч. 1 - 620 с, Ч. 2 - 901 с.
2. Егер С.М., Матвиенко А.М., Шаталов И.А. Основы авиационной техники [Текст]: Учебник / Под ред. И.А. Шаталова. – Изд. 3-е, исправл. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – 720 с.
3. Разработка аванпроекта самолета: учеб. пособие / А.К. Мялица, Л.А. Малащенко, А.Г. Гребеников и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2010. – 233 с.