

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


(підпис)

Цирюк О.А.

(ініціали та прізвище)

«____» _____ 2021 р.

**СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Випробування 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: «Ракетні та космічні комплекси»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

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 _____
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Колоскова Г.М.
(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 – 2 семестр.

Обсяг дисципліни: 3 кредити ЄКТС / 90 годин, у тому числі аудиторних – 32 год., самостійної роботи здобувачів – 58 год.

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

Дисципліна вибіркова.

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

Види контролю – іспит.

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) - механіка матеріалів, конструкція літальних апаратів, будівельна механіка;

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – проектування літальних апаратів, комплекси літальних апаратів та їх систем, науково-дослідна робота магістра.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: дати знання про сучасне устаткування, методи та прийоми раціонального планування і проведення випробувань об'єктів аерокосмічної галузі.

Завдання: навчити методам і прийомам раціонального та оптимального проектування заданої ефективності.

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;
- 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 застосовувати вимоги галузових та міжнародних нормативних документів щодо формулювання та розв'язання науково-технічних задач проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах її життєвого циклу;
- 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.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Класифікація випробувань

Тема 1. Вступ.

- *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. Місто дисципліни в навчальному плані та на сучасному етапі розвитку ракетно-космічної техніки.

– *обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Ракети та космічні апарати з фіксованими та нефіксованими траєкторіями. Класифікація математичних моделей ракет та космічних апаратів. Опис математичних моделей за допомогою передаточних функцій. Опис стохастичних моделей у просторі станів.

Тема 2. Класифікація випробувань.

– *форма занять лекція, самостійна робота;*

– *Обсяг аудиторного навантаження 1-2 години;*

– *обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні;*

– Попередні, приймальні та кваліфікаційні випробування. Пред'явницькі, періодичні та типові випробування.

– *обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Надійність і ефективність складних технічних систем. Математичні та фізичні моделі процесів виникнення відмов при функціонуванні систем. Методи розрахунку ефективності складних технічних систем.

Тема 3. Методи випробувань.

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

– *Обсяг аудиторного навантаження 2-6 годин;*

– *Лабораторна робота: “Визначення положення центру мас літального апарату експериментальним методом”;*

– *обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;*

– Методи статичних та динамічних випробувань зразків виробів. Испити на розтяг, стиск, вигин і ін.

– *обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Класифікація випробувань. Критерії ефективності випробувань. Математична модель випробувань. Особливості основних рівнів ієрархії випробувань.

Тема 4. Випробування вузлів та агрегатів складних конструкцій.

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

– *Обсяг аудиторного навантаження 2-6 годин;*

– *Лабораторна робота: “ Визначення моментів інерції літального апарату експериментальним методом ”;*

– обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;

– Особливості випробування вузлів та агрегатів складаних конструкцій. Проектування і виробництво спеціальних пристосувань для цих випробувань.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 5 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Основні методи визначення місця розташування літальних апаратів. Визначення координат літального апарату кутомірним методом. Визначення координат літального апарату дальномерним методом. Визначення координат літального апарату сумарним методом. Визначення точності просторового місця розташування літального апарату.

Тема 5. Автоматизовані системи вимірювань при випробуваннях.

– форма занять лекція, самостійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 2 години;

– обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні;

– Сучасні системи тензометрії і голографії використовувані при проведенні випробувань.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Оптимізація експериментального відпрацювання. Оптимізація вимог до відпрацювання основних систем.

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. Теоретичні основи проведення та обробки результатів експерименту

Тема 6. Математичні моделі експерименту.

– форма занять лекція, лабораторна робота, самостійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 2-6 годин;

– Лабораторна робота: “ Визначення характеристик технічного рівня ракетних установок ”;

– обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): літальні апарати різноманітних класів, вимірювальні пристрої, програмне забезпечення для проведення розрахунків;

– Регресійний аналіз. Класифікація математичних моделей, найбільше часто використовуваних для опису промислових об'єктів.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 5 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Радіотелеметричні вимірювання. Вимірювання кінематичних параметрів руху ракет та космічних апаратів. Вимірювання параметрів процесів, що протікають на борту літального апарату. Методи підвищення точності вимірювань.

Тема 7. Виділення істотних факторів.

– форма занять лекція, самостійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 2-3 години;

– обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні;

– Дисперсійний аналіз. Класифікація етапів обробки вимірювань. Попередня обробка. Первинна обробка. Вторинна обробка. Оперативна обробка.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Технічні засоби автоматизованих систем обробки вимірювань та їхні характеристики. Аналіз автоматизованої системи обробки вимірювань, як системи масового обслуговування.

Тема 8. Оцінка адекватності моделі експерименту.

– форма занять лекція, самостійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 2-3 години;

– обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні;

– Встановлення ступеня відповідності математичної моделі і результатів вимірів. Необхідні відомості із математичної статистики. Властивості та точність оцінок. Визначення характеристик випадкових величин.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 8 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Основні властивості випадкових процесів. Перевірка стаціонарності. Порівняння дисперсій. Відбраковування аномальних вимірювань. Стискання даних телевимірювань. Інформаційні основи стискання даних.

Тема 9. Критерії планування експерименту.

– форма занять лекція, самостійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 1-2 години;

– обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні;

– Критерії ортогональності, рототабельності, оптимальності плану експерименту.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Методи ідентифікації динамічних систем в задачах обробки результатів льотних випробувань. Оптимізація контрольних допусків.

Тема 10. Повний факторний план.

– форма занять лекція, самостійна робота;

– Обсяг аудиторного навантаження 2-3 години;

– обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні;

– Планування експериментів з урахуванням реалізації повної множини засобів завдання точок плану експеримента.

– обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Оцінка ефективності систем за результатами випробувань. Методи оцінки параметрів моделі росту ефективності. Оцінка ефективності системи за результатами випробувань її компонент.

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

Не передбачено навчальним планом

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...2	4	8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	2	0...20
Модульний контроль	0...25	1	0...27
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	4	8
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	1	0...10
Модульний контроль	0...25	1	0...27
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). Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати класифікацію сучасних засобів та обладнання для проведення випробувань літальних апаратів. Вміти планувати роботи по проведенню експериментів на літальному апаратів, його системах та агрегатах. Знати основні напрямки поліпшення точності та якості виконання випробувань.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань. Захистити всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк. Знати основні властивості і характеристики систем ЛА. Вміти визначати склад технічних вимог, що до обладнання та стендів на яких будуть проходити випробування. Знати основні властивості і характеристики систем ЛА.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх. Повно знати основний та додатковий матеріал. При виконанні лабораторних робіт докладно обґрунтувати запропоновані заходи. Формулювати та планувати проведення випробувань ЛА та їх систем з урахуванням необхідної кількості людей та обладнання для їх виконання. Знати основні конструкцію, властивості і характеристики систем і агрегатів літального апарату.

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&aller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&discipline_search=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=1398>

11. Рекомендована література

Базова

1. Герметичність в ракетно-космічній техніці. – Дніпропетровськ: ДДУ, 1995. – 168 с.;
2. Авиационные пусковые и катапультные установки летательных аппаратов [Текст]: учеб. пособие для иностр. студентов / Д. А. Бетин, Е. Ю. Бетина, А. В. Кондратьев. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2018. – 64 с.
3. Полімерні композиційні матеріали в ракетно-космічній техніці. – К.: Вища освіта, 2003. – 399 с.;
4. Технологія виробництва ракетно-космічних літальних апаратів. – Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2007. – 480 с.;

Допоміжна

1. Розвиток ракетно-космічної техніки в Україні. – Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2002. – 402 с.;

2. Проектування і конструювання ракет-носіїв: підруч. / В.В. Близниченко, Є.О. Джур, Р.Д. Краснікова та інш; за ред. С.М. Конюхова. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2007. – 504 с.

3. Ракети-носії і космічні ступені ракет як об'єкти керування. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2007.–564 с.