

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

Кафедра № 401 конструкцій і проектування ракетної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

О. А. Цирюк
(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2023 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи надійності

(назва навчальної дисципліни)

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

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

Освітня програма: Ракетні та космічні комплекси
(найменування спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2023 року

Харків – 2023 р.

Розробник: Мельніков С. М. к.т.н., доц.
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та 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  Ганна КОЛОСКОВА

1. Загальна інформація про викладача



Мельніков Сергій Михайлович, к.т.н., доцент. З 2021 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- утилізація об'єктів аерокосмічної техніки;
- основи надійності літальних апаратів;
- науково-педагогічне стажування;
- діагностика та методи неруйнівного контролю елементів ракетних двигунів (РД).

Напрями наукових досліджень: вдосконалення існуючих методів оптимального проектування агрегатів літальних апаратів та техніки конверсійного призначення.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 8 семестр.

Обсяг дисципліни:

4 кредити ЄКТС (120 годин), у тому числі аудиторних – 48 годин, самостійної роботи здобувачів – 72 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – обов'язкової.

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

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – при вивченні дисципліни студент повинен мати підготовку в області технічних дисциплін, математичної статистики і теорії імовірності та вступного курсу оптимізації.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – Діагностика ракетних двигунів (Неруйнівні методи діагностування), Системи автоматизованого проектування елементів конструкцій, Технологія виробництва ТД та ЕУ.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Вивчення навчальної дисципліни «Основи надійності» надає студентам навичок при проектуванні кожного елемента ракетного двигуна постійно аналізувати можливі несправності.

Завдання

Формування у студентів навичок визначати працездатні моделі надійності та показники параметричної надійності ракетного двигуна як системи, знати та

вміти використовувати методи визначення й аналізу кількісних показників надійності, а також вміти розрізняти види і класифікацію відмов.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Фахові компетентності відповідно до освітньої програми

1. Здатність проводити розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність.

2. Здатність проектувати та проводити випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.

Результати навчання. Після опанування дисципліни студент повинен знати:

- основні показники теорії надійності (імовірність безвідмовної роботи, середній час безвідмовної роботи, інтенсивність відмов);
- моделі інтенсивності відмов виробів;:
- імовірність безвідмовної роботи при відомих розподілах наробітку до відмови;
- аналіз надійності систем за допомогою статичних моделей (з послідовним з'єднанням елементів, паралельним та змішаним);
- загальний вираз для імовірності безвідмовної роботи;
- залежність надійності від розподілів міцності і напруги;
- основи проектування силових елементів з урахуванням надійності;
- вимоги до надійності між елементами системи і методи оптимізації надійності при проектуванні;

вміти:

- проводити обробку статистичних даних по наробітку виробів на відмову;
- проводити оцінку і визначати кількісні показники надійності;
- проектувати силові елементи заданої надійності;
- оптимальним способом розподіляти надійність між елементами системи;

мати навички:

- аналізу і синтезу конструкцій з використанням правил надійності при проектуванні, виробництві та експлуатації;
- проводити оптимізацію при розподілу надійності між елементами та частинами ЛА.

4.Зміст навчальної дисципліни.

Модуль 1. Загальні залежності надійності систем

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Надійність і ефективність аерокосмічної техніки».

- *Форма занять: лекція, лабораторна (практична) робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місто дисципліни у навчальному плані. Надійність і ефективність виробів на етапі проектування.. Короткі відомості

мости про ефективність. Складові ефективності. Заняття: Закони розподілу випадкового часу безвідмовної роботи.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю, до 5 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Закони і числові характеристики розподілу випадкових величин

ТЕМА 2. Основні положення і залежності надійності. Загальні залежності теорії надійності

- *Форма занять: лекція, лабораторна (практична) робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 10-12 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Поняття надійності. Показники надійності. Поняття відмовлення як випадкової події. Методи визначення і розрахунку надійності систем. Показники надійності. Імовірність безвідмовної роботи. Середній час безвідмовної роботи. Інтенсивність відмов. Моделі інтенсивності відмов. заняття: Генерація випадкових величин та їх перевірка. Дослідження точності модулювання розподілів випадкових величин.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю, до 10 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Закони і числові характеристики розподілу випадкових величин.

ТЕМА 3 .Надійність під час роботи (нормальної роботи, поступових відмовлень).

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

Надійність у період нормальної роботи. Надійність у період поступових відмовлень. Спільна дія раптових і поступових відмовлень. Особливості надійності відновлюваних систем .

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю, до 5 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Закони і числові характеристики розподілу випадкових величин

ТЕМА 4 . Надійність невідновлюваних систем.

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

Надійність невідновлюваних систем. Функція надійності системи і методи її складання. Заняття: Дослідження точності модулювання розподілів випадкових величин.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю, до 5 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Закони і числові характеристики розподілу випадкових величин.

ТЕМА 5. Структурно-логічні методи складання функції надійності. Резервування. Надійність систем з резервуванням. Схемно-функціональні методи складання функції надійності.

- *Форма занять: лекція, лабораторна (практична) робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 9 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Структурний метод складання функції надійності. Логічний метод складання функції надійності. Метод фіктивних елементів складання функції надійності. Резервування. Надійність систем з резервуванням. Методи таблиць і графів при схемі «загибелі» складання функції надійності. Методи траєкторій і матриць складання функції надійності. Заняття: Раптова відмова.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю, до 15 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Кореляційний аналіз у теорії надійності.

- *Підготовка до модульного контролю.*

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.

Модуль 2. Проектування силових елементів АКТ з заданою надійністю

ТЕМА 6. Методи визначення й аналізу кількісних показників надійності. Визначення невідомих параметрів розподілу.

- *Форма занять: лекція, лабораторна (практична) робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 7 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Методи визначення й аналізу кількісних показників надійності. Методи визначення статистичних оцінок. Метод максимуму правдоподібності. Методи підтвердження заданих кількісних показників надійності. Оцінка однорідності експериментальних даних. Визначення невідомих параметрів розподілу. Критерії згоди χ^2 - Пирсона і Колмогорова.. Методика обробки статистичних даних при визначенні законів розподілу виробів до відмовлення. Заняття: Визначення функції надійності систем структурними методами.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю, до 20 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Кореляційний аналіз у теорії надійності.

ТЕМА 7. Надійність елементів конструкції літального апарата (надійність - як імовірнісна міцність). Проектування елементів конструкції заданої надійності.

- *Форма занять: лекція, лабораторна (практична) робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8-10 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Поняття про елемент конструкції. Несуча здатність і зовнішні навантаження елемента. Загальне вираження для імовірності безвідмовної роботи елемента. Методи розрахунку надійності елементів конструкції. Обчислення імовірності безвідмовної роботи при нормальному розподілі несучої здатності (міцності) і навантаження (напруги). Оцінка імовірності безвідмовної роботи силового елемента при раптових відмовленнях. Визначення надійності силового елемента з використанням номограм. Проектування елементів конструкції заданої надійності.

- з використанням залежності максимальних напруг від навантаження;
- з використанням розкладання у ряд Тейлора для несучої здатності (міцності);
- з використанням розкладання у ряд Тейлора для діючих напруг.

Заняття: Визначення функції надійності систем логічним методом. Оптиміальне резервування невідновлюваних систем.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю, до 17 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Регресивний аналіз. Метод найменших квадратів.

ТЕМА 8. Оптимізація в задачах імовірностної міцності.

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

Оптимізація в задачах імовірностної міцності. Проектування оптимальної конструкції заданої надійності (пряма задача). Проектування оптимальної конструкції заданої надійності (зворотна задача). Оптимізація меж імовірності безвідмовної роботи. Оптимізація (оптимальний розподіл) надійності між елементами конструкції.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю, до 10 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Регресивний аналіз. Метод найменших квадратів.

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.

5.Індивідуальні завдання.

Виконання розрахункової роботи за темою дисципліни за індивідуальним завданням. Визначення законів розподілу напрацювання на відмову.

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту. Виконання індивідуального завдання «Визначення законів розподілу напрацювання на відмову»

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі.

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на практичних (лабораторних) заняттях	0...0,5	12	0...6
Виконання та захист практичних (лабораторних) робіт	0...3	3	0...9
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Модуль 2			
Робота на практичних (лабораторних) заняттях	0...0,5	12	0...6
Виконання та захист практичних (лабораторних) робіт	0...3	3	0...9
Виконання розрахункової роботи	0...21	1	0...21
Захист розрахункової роботи	0...10	1	0...10
Модульний контроль	0...18	1	0...18
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

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох завдань: 2 теоретичних запитання та 1 задача. Максимальна кількість балів за кожне теоретичне питання 35 балів, за розв'язання задачі 30 балів (сума – 100 балів).

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні роботи. Орієнтуватися у основних показниках теорії надійності, вміти виконати аналіз надійності системи за допомогою статичних моделей (з послідовним з'єднанням елементів, паралельним та змішаним).

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі передбачені програмою завдання. Показати вміння виконувати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням загальних рішень та заходів. Вміти виконати аналіз надійності системи за допомогою статичних моделей, систематизувати дані та пояснити отримані результати. Добре орієнтуватися у теоретичному матеріалі, добре виконати та захистити розрахункову роботу в обумовлений викладачем строк.

Відмінно (90 - 100). Повністю володіти основним та додатковим матеріалом передбаченим програмою дисципліни. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Здати всі контрольні точки вчасно та з оцінкою «відмінно».

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні показники теорії надійності (імовірність безвідмовної роботи, середній час безвідмовної роботи, інтенсивність відмов);
- моделі інтенсивності відмов виробів;
- імовірність безвідмовної роботи при відомих розподілах наробітку до відмови;
- аналіз надійності систем за допомогою статичних моделей (з послідовним з'єднанням елементів, паралельним та змішаним);
- загальний вираз для імовірності безвідмовної роботи;
- залежність надійності від розподілів міцності і напруги;
- основи проектування силових елементів з урахуванням надійності;
- вимоги до надійності між елементами системи і методи оптимізації надійності при проектуванні.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- проводити обробку статистичних даних по наробітку виробів на відмову;
- проводити оцінку і визначати кількісні показники надійності;
- проектувати силові елементи заданої надійності;
- оптимальним способом розподіляти надійність між елементами системи.

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 та інформаційні ресурси

1. Матеріали та посібники методичного кабінету кафедри 401 «Проектування ракетно-космічних апаратів».
2. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1419>
3. <http://tm.samgtu.ru/sites/tm.samgtu.ru/files/nts-lekcii.pdf>

4. [http://stellus.rgotups.ru/.../уч.%20пособие%20№1%20%20\(4%20курс%20АТС\).pdf](http://stellus.rgotups.ru/.../уч.%20пособие%20№1%20%20(4%20курс%20АТС).pdf)
5. <http://bek.sibadi.org/fulltext/EPD796.pdf>

11. Рекомендована література.

Базова

1. Парасюк В.І., Кондратьєв А.В. Основи надійності технічних систем / Навчальний посібник з лабораторного практикуму. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т «Харьк. авіац. ін-т», 2009. -72с.

Допоміжна

1. Кувшинов О.В., Жеребило В.Д., Лівенцев С.П. Основи теорії надійності. – Київ: ВІТІ, 2005.