

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

Кафедра «Космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії» (№ 402)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант ОП

 Губін С.В.
« 31 » . 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Основи надійності»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма: Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії
Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки

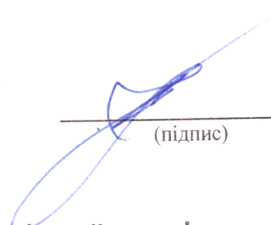
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків – 2021 рік

Робоча програма "Основи надійності"
для студентів для студентів за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»,
освітньою програмою: Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії,
Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки

«27» 08 2021 р., – 12 с.

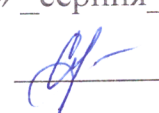
Розробник: Нестеренко С.Ю., доцент, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії

Протокол № 1 від «30» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н.


С.В.Сінченко

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – денна - 5	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія» Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня програма: «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»; <u>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки</u> Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл дисциплін вільного вибору студента
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – денна – 72/150		8-й
		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4.5 самостійної роботи студента – 5		48 годин
		Практичні, семінарські¹⁾
		12 годин
		Лабораторні ¹⁾
		12 годин
		Самостійна робота
		78 годин
		Вид контролю
		іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 72/78;

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: Вивчення та освоєння методики вибору показників, за якими визначають надійність системи, будівництва та розрахунки надійності і часу роботи елементів та вузлів, методи забезпечення надійності.

Завдання: Освоєння методів розрахунків та проектування надійних, космічних, наземних рушіїв та енергоустановок із використанням схемних та фізичних методів.

Результати навчання:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1 – Здатність застосовувати знання на практиці.

ЗК2 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності (ФК):

ФК8 – Здатність використовувати сучасні методи розрахунку, проектування та аналізу роботи електроенергетичних та електромеханічних систем.

Програмні результати навчання:

ПРН13 – Розраховувати, конструювати, проектувати, досліджувати, експлуатувати, ремонтувати, налагоджувати типове для обраної спеціалізації електроустаткування та обладнання.

ПРН20 – Уміння спілкуватись, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською).

ПРН23 – Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань.

ПРН24 – Здатність відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна базується на знаннях, які отримані при вивченні дисциплін «Інженерні основи авіаційно-космічної техніки» і «Конструкція і робочі процеси двигунів та енергоустановок ЛА» та сама є базою для виконання курсових і бакалаврських проектів, а також дипломної роботи магістра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1

ТЕМА 1. Вступ . Основні поняття надійності.

Надійність та якість. Забезпечення надійності і довговічності виробів – актуальна господарча проблема, основа технічного прогресу. Система державної стандартизації і її роль у підвищенні якості технічних виробів. Організація і задачі служб у Системі державної стандартизації і їх роль у підвищенні якості технічних виробів. Організація і задачі служб надійності. Надійність нетрадиційних джерел та перетворювачів енергії – основа успішного виконання програм забезпечення електроенергією. Специфічні особливості космічних установок: висока надійність, довговічність, мала вартість і габарити, ремонтємність (багаторазовість використання). Шляхи розв'язання проблеми надійності і довговічності ЕРРУ.

ТЕМА 2. Умови роботи і навантаження енергоустановки і її систем (зовнішні умови, робота силової установки, вплив місцевих умов на надійність). Конструкційні фактори, що впливають на надійність. Виробничі фактори, що впливають на надійність. Експлуатаційні фактори, що впливають на надійність. Залежність надійності від часу експлуатації. Період нормальної експлуатації. Відмови, пов'язані з поломками. Відмови, пов'язані зі зносом і старінням матеріалів. Суть зносу і його закономірності.

ТЕМА 3. Теоретично-ймовірнісні моделі надійності. Основи математичного апарату теорії надійності.

Деякі відомості з теореми ймовірностей, математичної статистики і теорії безлічей. Подія, ймовірність події, основи теорії ймовірностей. Випадкові величини і функції їх розподілу, числові характеристики розподілу випадкових величин. Випадкові функції і операції з ними.

ТЕМА 4. Закономірності масових явищ. Числові характеристики випадкових величин. Частота відмов, інтенсивність відмов, напрацювання на відмову, ремонтпридатність, інтенсивність відновлення.

ТЕМА 5. Функції розподілення. Перевірка вірогідності гіпотез, особливості обробки результатів дослідів при обмеженості числа доглядів, двосторонні і односторонні довірні інтервали для невідомої ймовірності, становча, незміщена ефективна оцінка випадкової величини. Толерантні межі.

ТЕМА 6. Кількісні характеристики надійності. Основні характеристики елементу, що працює до першої відмови, відновлювальні елементи. Ймовірність безвідмовної роботи, частота. Інтенсивність відмов, середній час безвідмовної роботи, функція безпеки, середня тривалість безвідмовної роботи, що передує, середній ресурс. Основні характеристики надійності відновлювального елементу.

ТЕМА 7. Основні поняття і характеристики потоків подій. Поток відмов (відновлень). Основні властивості потоків відмов (ординарність, стаціонарність, відсутність наслідку). Ординарні потоки з обмеженим наслідком. Рекурентні потоки відмов.

ТЕМА 8. Аналіз основних характеристик надійності при різних законах розподілу часу безвідмовної роботи. Експоненційний закон. Нормальний закон. Розподіл Вейбула. Розподіл Релея. Аналіз λ – характеристики. Суперпозиція розподілів. Коефіцієнти надійності.

Змістовний модуль №2

ТЕМА 9. Засоби забезпечення надійності ЕРРУ (схемні, конструкційні, технологічні, експлуатаційні). Розрахунок надійності методом структурних схем. Надійність систем з основним (послідовним) сполучанням елементів. Надійність систем з неодноразово працюючими елементами. Приведена інтенсивність відмови елементів.

ТЕМА 10. Розрахунок надійності системи при резервному (паралельному) сполучанні елементів. Види і класифікація резервного сполучення. Надійність сталого (гарячого, навантаженого) резерву. Використання біноміального розкладу для визначення надійності системи, що складається з однакових елементів. Надійність системи при ненавантаженому (холодному) резерві для експоненційного і довольного законів імовірності безвідмовної роботи елементів. Урахування впливу надійності перемикаючих пристроїв.

ТЕМА 11. Загальні відомості про задачі і методи оптимального резервування. Поняття прямої і зворотної задач оптимізації надійності при одному і декількох обмежуючих факторах. Застосування метода невизначених коефіцієнтів Лагранжу для розв'язання прямої і зворотної задач оптимізації надійності у випадку поелементного гарячого резервування. Розв'язання задач оптимального резервування високонадійної системи методом невизначених коефіцієнтів Лагранжа. Вибір оптимальної схеми резерву методом найшвидшого спуску.

ТЕМА 12. Основні фактори, що визначають надійність ЕРРУ. Вплив навантаження на надійність. Межі зміни навантаження. Характер процесів зносу елементів ЕУ. Питання тривалої міцності вузлів.

ТЕМА 13. Характер процесів зносу елементів. Кінетика термоактиваційних процесів. Закономірності механічного, теплового руйнування матеріалів. Тепловий пробій діелектриків.

ТЕМА 14. Надійність по основним критеріям. Загальні залежності. Розрахунок за критерієм міцності-напруги. Застосування статистичних методів подоби до визначення характеристик втомленості деталей машин. Оцінка надійності при механічному зношуванні. Оцінка надійності за критерієм теплоостатку. Функція Тейлора. Розкладання визначеного функціонала з урахуванням коефіцієнтів Тейлора.

ТЕМА 15. Розрахунки надійності деталей енергоустановок окремих груп. Надійність з'єднань з натягом. Надійність зварених з'єднань. Надійність нарізних сполучень. Надійність зубчастих передач. Надійність валів. Надійність підшипників кочення і ковзання. Надійність муфт. Надійність повітряних гвинтів. Надійність вузлів переміщення.

ТЕМА 16. Теплофізичні процеси в елементах ЕРРУ. Ресурс окремих вузлів ЕРРУ в умовах тривалих навантажень і підвищених температурах.

ТЕМА 17. Випробування на надійність елементів і систем ЕУ. Позначка і задачі випробувань, їх загальна характеристика. Планування випробувань на надійність. Організація випробувань на надійність, збір і систематизація даних щодо відмов. Прискорені випробування на надійність. Засоби обважчання режимів випробувань і вибір коефіцієнтів обважчання. Методи оцінки кількісних характеристик надійності за результатами короткочасних випробувань на нормальному режимі, за результатами прискорених випробувань. Економічна доцільність випробувань ЕУ.

4. Структура навчальної дисципліни

Прийняті скорочення (розрахунково-графічна робота – РГР, розрахункова робота – РР, контрольна робота – РК, реферат – Р, курсова робота – КР, курсовий проект – КП, лабораторна робота – ЛР, лабораторне заняття – ЛЗ, практичне заняття – ПЗ, семінар – С).

Тема	лекційних годин	годин практичних занять	годин лабораторних занять	годин самостійної роботи
1	2	3	4	5
Семестр 8				
Змістовний модуль 1				
1. Вступ. Основні поняття надійності.	2	-	-	5
2. Умови роботи ЕРДУ. Фактори, що впливають на надійність.	2	-	-	5
3. Теоретико-ймовірні моделі надійності.	4	-	-	5
4. Числові характеристики випадкових величин.	4	-	-	5
5. Функції розподілу результатів дослідів.	4	1	1	5
6. Кількісні характеристики надійності	2	1	1	5
7. Потоки подій.	2	2	2	5
8. Характеристики надійності.	4	2	2	5
Разом	24	6	6	40
Змістовний модуль 2				
9. Метод структурних схем	2	1	1	6
10. Надійність системи при резервному сполученні елементів	2	1	1	4
11. Оптимальне резервування	3	1	1	4
12. Фактори, що визначають надійність ЕРРУ	3	-	-	4
13. Процеси зносу елементів ЕРРУ	2	1	1	4
14. Надійність по основним критеріям	4	1	1	4
15. Надійність елементів ЕРРУ окремих груп	4	1	1	4
16. Теплофізичні процеси в елементах ЕРРУ	2	-	-	4
17. Випробування на надійність елементів і систем ЕРРУ	2	-	-	4
Разом	24	6	6	38
РАЗОМ З ДИСЦИПЛІНИ	48	14	14	78

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1			
2			
	Разом		

6. Теми практичних занять

Назва теми	Кількість годин
1. Розробка структурних схем резервованих з'єднань	2
2. Розрахунки надійності нерезервованих з'єднань	2
3. Розрахунки надійності резервованих з'єднань	2
4. Оптимальне резервування схем. Енергопостачання ЕРРУ	2
5. Надійність з'єднань з натяжінням. надійність різьбових з'єднань	2
6. Розрахунки надійності елементів ЕРРУ при тепловому навантаженні	2
Разом	12

7. Теми лабораторних занять

Назва теми	Кількість годин
1. Математичне модулювання випадкових величин	2
2. Надійність нерезервованих систем одноразового використання	2
3. Дослідження показників надійності та ризику технічних систем	2
4. Дослідження точності математичного моделювання випадкових величин	2
5. Поступові відмови. Безвідмовність при випадкових відмовах.	2
6. Випадкові відмови. Безвідмовність при випадкових відмовах.	2
Разом	12

8. Самостійна робота

1. Вступ. Основні поняття надійності.	5
2. Умови роботи ЕРДУ. Фактори, що впливають на надійність.	5
3. Теоретико-ймовірні моделі надійності.	5
4. Числові характеристики випадкових величин.	5
5. Функції розподілу результатів дослідів.	5
6. Кількісні характеристики надійності	5
7. Потоки подій.	5
8. Характеристики надійності.	5
9. Метод структурних схем	6
10. Надійність системи при резервному сполученні елементів	4
11. Оптимальне резервування	4
12. Фактори, що визначають надійність ЕРРУ	4
13. Процеси зносу елементів ЕРРУ	4
14. Надійність по основним критеріям	4
15. Надійність елементів ЕРРУ окремих груп	4
16. Теплофізичні процеси в елементах ЕРРУ	4
17. Випробування на надійність елементів і систем ЕРРУ	4
Разом	80

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, звіти з виконання практичних завдань, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	1...2	6	6...12
Виконання і захист лабораторних робіт	2...4	6	12...24
Модульний контроль	12...14	1	12...14
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	1...2	6	6...12
Виконання і захист лабораторних робіт	2...4	6	12...24
Модульний контроль	12...14	1	12...14
Виконання і захист практичних робіт	1...2	16	16...32
Модульний контроль	14...18	1	14...18
Усього за семестр			60...100

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

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне теоретичне питання – 50 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Методи формування методик розрахунку надійності та ресурсу виробів. Основні показники надійності.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки: Розуміння методів підвищення надійності та ресурсу.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Виказати розуміння базових положень механіки суцільного середовища.

Добре (75 - 89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати усі завдання, захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Виказати розуміння більшості всіх положень методики виконання розрахунків.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Виконати усі завдання, захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з

обґрунтуванням прийнятих рішень. Виказати якісне розуміння всіх положень методики виконання розрахунків.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
83-89	B	добре	
75-82	C		
68-74	D	задовільно	
60-67	E		
01-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

13. Методичне забезпечення

1. В.Ф. Гайдуков , В.В.Кручіна «Надійність технічних систем», Харків, ХАІ, 2006р.

14. Рекомендована література

Базова

1. Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев «Надежность машин» М. , Высшая школа, 1988, 232 с., Б – 10
2. Н.А. Рябинкин «Основы теории и расчета надежности СЭС», Л. Судостроение, 1971, 456 с., Б – 2
3. В.И. Нечипоренко «Структурный анализ и методы построения сложных систем», М, Советское радио, 1978, 256 с., Б – 15

Допоміжна

1. А.А. Червовий, В.И. Лукьященко, Л.В. Котин «Надежность сложных систем», М. Машиностроение, 304 с., Б – 23
2. Л.П. Леонтьев «Надежность технических систем», Рига, Зинагне, 1979, 265 с., Б – 2
3. К. Капур, Л. Ламберсон «Надежность и проектирование систем», М. Мир, 1980, 441 с., Б-3
4. «Основные вопросы теории и практики надежности», Сб. Трудов, М, Сов. радио, 1971, 429 с., Б-11.

15. Інформаційні ресурси