

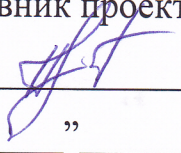
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра Міцності літальних апаратів (№ 102)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Керівник проектної групи

 П.О. Фомичов

“ ” 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Надійність авіаційних конструкцій

Галузь знань:

13 Механічна інженерія

Спеціальність:

131 Прикладна механіка

134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Освітня програма:

Динаміка та міцність машин

Випробування та сертифікація літальних апаратів

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2020 рік

Робоча програма нормативної навчальної дисципліни «Надійність авіаційних конструкцій» для студентів за спеціальностями: 131 Прикладна механіка, 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

освітніми програмами Динаміка та міцність машин, Випробування та сертифікація літальних апаратів

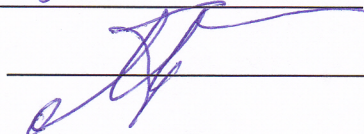
«28» серпня 2020 р. – 7 с.

Розробники

Минтюк В.Б., к.т.н., доцент каф. 102



Гребенніков М.М., ст. викладач каф. 102



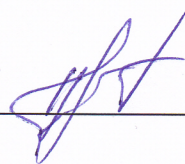
Розробники

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Міцності літальних апаратів

Протокол № 1 від «31» серпня 2020 р.

Завідувач кафедри міцності літальних апаратів

д.т.н., професор



П.О. Фомичов

1. Опис навчальної дисципліни «Надійність авіаційних конструкцій»

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		денна форма навчання		
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань: 13. Механічна інженерія	Цикл загальної підготовки		
	Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»			
Модулів – 1	Освітня програма: – Динаміка та міцність машин	Рік підготовки:		
Змістових модулів – 13		2020/2021		
Індивідуальне завдання – відсутнє		Семестр		
Загальна кількість годин – 120		7-й	8-й	
		Лекції*		
		–	24 год.	
		Практичні, семінарські*		
		–	24 год.	
		Лабораторні		
Тижневих годин для денної форми навчання:		Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	–	–
аудиторних – 4.00			Самостійна робота	
самостійної роботи студента – 6.00			–	72 год.
Семестр 7	Індивідуальна робота			
–	–		–	
Семестр 8	Вид контролю			
Аудиторних*	–		залік	
48 год.	Самост. роб.		72 год.	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 48/72.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни “Надійність технічних систем” є забезпечення розуміння студентами суті проблеми надійності, її місця в системі забезпечення якості технічних систем, отримання студентами необхідних знань з теорії надійності авіаційної техніки (АТ) та застосування навичок та вмінь з аналізу надійності по даним випробувань та експлуатаційних спостережень.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Надійність технічних систем” є:

- вивчення теоретичних основ математичних методів теорії надійності;
- засвоєння студентами понять про методи моделювання, оцінки та оптимізації надійності технічних систем, зокрема авіаційної техніки;
- отримання досвіду з аналізу показників надійності виробів та функціональних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основи теорії надійності невідновлюваних та відновлюваних механічних виробів;
- методи аналізу надійності функціональних систем АТ;
- методи розробки та оптимізації вимог до надійності АТ;
- методи аналізу характеру і причин виникнення відмов і пошкоджень АТ;
- моделі надійності невідновлюваних та відновлюваних виробів АТ;
- показники надійності виробів АТ;
- методи забезпечення надійності АТ при проектуванні і виробництві;
- методи контролю надійності АТ в експлуатації;

вміти:

- оцінювати показники надійності невідновлюваних об'єктів;
- оцінювати показники надійності відновлюваних об'єктів;
- оцінювати показники надійності функціональних систем АТ;
- аналізувати фізичну сутність типових відмов і пошкоджень;
- обробляти статистичні дані;
- оцінювати показники надійності об'єктів за даними випробувань та експлуатаційних спостережень.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії надійності.

Тема 1. Вступ. Надійність, як складова якості. Термінологія надійності. Події та стани.

Якість виробу і його складові. Ефективність. Безпека. Нормативно-технічна й конструкторська документація. Норми й правила проектування й виготовлення. Параметри, що характеризують здатність виконувати необхідні функції. Режимы й умови експлуатації. Робочі впливи й вплив навколишнього середовища. Визначення терміна «надійність». Справний і несправний стани. Ушкодження. Події в період експлуатації технічного об'єкта, що розглядаються в теорії надійності. Стани технічного об'єкта. Причини виникнення відмов. Дефекти. Гарантійні зобов'язання.

Тема 2. Класифікація технічних об'єктів у теорії надійності. Безвідмовність. Довговічність. Ремонтопридатність. Збережуваність.

Класифікація технічних об'єктів у теорії надійності. Безвідмовність. Відмови. Технічне обслуговування та відновлювання. Відновлювані й невідновлювані об'єкти. Узагальнена крива інтенсивності відмов. Довговічність. Часові поняття в теорії надійності. Ремонтопридатність. Складові ремонтопридатності. Поняття про експлуатаційну технологічність. Зберігання та збережуваність. Тріада надійності. Методи підвищення безвідмовності й ремонтопридатності. Забезпечення довговічності. Технічне обслуговування й ремонти (призначення, періодичність, зміст). Регламент технічної експлуатації та ремонту в авіації. Концепція безпечного ресурсу. Концепція безпечної пошкоджуваності. Доробки готових виробів за технічними бюлетенями.

Змістовий модуль 2. Розрахунки показників надійності.

Тема 3. Елементи теорії ймовірностей у теорії надійності. Теорема теорії ймовірностей. Числові показники надійності.

Джерела інформації про ймовірність елементарних випадкових подій. Закони розподілу дискретної випадкової величини (число відмов у заданому часовому інтервалі). Функції, що визначають

закон розподілу безперервної випадкової величини. Найпростіший потік випадкових подій. Об'єднання й перетинання випадкових подій. Відповідні ймовірності. Повна ймовірність залежної події. Повна група неспільних подій. Умовні ймовірності залежних подій. Повна ймовірність. Формула Байеса (теорема гіпотез). Приклад застосування. Показники безвідмовності невідновлюваних об'єктів. Показники безвідмовності відновлюваних об'єктів. Показники довговічності. Показники ремонтпридатності. Показники збережуваності. Комплексні показники надійності (коефіцієнт готовності, наліт на несправність, відносна трудомісткість технічного обслуговування, частка експлуатаційних витрат у загальному кошторисі витрат).

Тема 4. Розрахунок надійності систем. Імовірнісна міцність.

Структурні схеми надійності. Функціональний елемент технічного об'єкта. Розрахунок надійності структурної схеми при послідовному з'єднанні. Розрахунок надійності структурної схеми при паралельному з'єднанні. Резервування та дублювання. Розрахунок надійності комбінованої структурної схеми. Резерв міцності. Параметри розподілу випадкової величини резерву міцності при нормальному розподілі величин навантаження й міцності. Імовірнісне визначення коефіцієнта запасу міцності. Метод статистичної лінеаризації в механічній надійності. Побудова закону розподілу резерву міцності при довільних законах міцності й навантаження.

Змістовий модуль 3. Експериментальні дослідження надійності.

Тема 5. Види експериментальних досліджень надійності. Методи прикладної математичної статистики в теорії надійності. Числові критерії згоди.

Лабораторні випробування та спостереження в експлуатації. Стендові випробування. Плани випробувань надійності. Спостереження в експлуатації. Картки обліку несправностей. Вибірка. Крапкові оцінки показників надійності. Варіаційний ряд. Групування. Гістограми й полігони. Графічний метод порівняння експериментального розподілу з передбачуваною моделлю. Визначення параметрів передбачуваного закону розподілу. Метод моментів. Метод максимуму правдоподібності. Вибірковий розподіл. Універсальна міра відхилення розподілів. Критерій Колмогорова. Критерій Пірсона.

Тема 6. Контрольні випробування надійності. Безпека польотів.

Класифікація літних подій і передумов до них. Літна придатність повітряного судна. Три фактори, що визначають рівень літної придатності повітряного судна. Особливі ситуації в польоті. Нормування безвідмовності систем повітряного судна. Живучість повітряного судна. Складова живучості. Заходи щодо підвищення живучості повітряного судна. Виживаність пасажирів і екіпажу повітряного судна. Заходи щодо підвищення виживаності.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
	го	л	п	лаб	інд	с.р.
Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії надійності.						
Тема 1. Вступ. Надійність, як складова якості. Термінологія надійності. Події та стани.		4	4	–	–	8
Тема 2. Класифікація технічних об'єктів у теорії надійності. Безвідмовність. Довговічність. Ремонтпридатність. Збережуваність.		4	4	–	–	12
Усього за змістовним модулем 1		8	8	–	–	20
Змістовий модуль 2. Розрахунки показників надійності						
Тема 3. Елементи теорії ймовірностей у теорії надійності. Теореми теорії ймовірностей. Числові показники надійності.		4	4	–	–	12
Тема 4. Розрахунок надійності систем. Імовірнісна міцність.		4	4	–	–	16
Усього за змістовним модулем 2		8	8	–	–	28
Змістовий модуль 3. Експериментальні дослідження надійності						
Тема 5. Види експериментальних досліджень надійності. Методи прикладної математичної статистики в теорії надійності. Числові критерії згоди.		4	4	–	–	12
Тема 6. Контрольні випробування надійності. Безпека польотів.		4	4	–	–	12
Усього за змістовним модулем 3		8	8	–	–	24
Усього годин	120	24	24	–	–	72

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
-------	------------	-------------

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1-2	Початкові відомості про роботу у математичних пакетах програмного забезпечення.	4
3-4	Крапкове оцінювання показників надійності за результатами випробувань.	4
5-6	Використання довідкових таблиць для розрахунку показників надійності.	4
7-8	Розрахунок показників надійності за допомогою програмного забезпечення.	4
9-10	Дослідження якості статистичного моделювання за допомогою програмного забезпечення.	4
11-12	Статистична обробка результатів випробувань надійності.	4
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
-------	------------	-------------

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Взаємозв'язок ефективності, надійності й живучості літака.	4
2	Економічний аспект проблеми підвищення надійності літака.	4
3	Особливості функціонування літака й аналіз можливих критеріїв оцінки надійності його систем.	6
4	Система обліку відмов і несправностей авіаційної техніки.	4
5	Основні тенденції зміни конструкції сучасних літаків, що впливають на їхню безвідмовність.	8
6	Метод логічних схем.	6
7	Коефіцієнтний метод оцінки безвідмовності систем літака.	4
8	Оцінка точності розрахункових значень показників безвідмовності.	4
9	Взаємозв'язок довговічності, збережуваності та надійності літака.	4
10	Оцінка оптимального повного ресурсу літака.	8
11	Стендові випробування агрегатів і систем на функціонування.	4
12	Випробування конструкцій на втомну довговічність.	6
13	Експериментальні дослідження параметрів зовнішнього середовища систем літака в льотних умовах.	6
14	Технологічні засоби забезпечення надійності.	4
	Разом	72

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
-------	------------	-------------

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліка.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кільк. занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекціях	1,0	12	12
Робота на практичних заняттях	3,0	12	36
Відвідування лекцій та практичних занять	0,5	24	12
Написання реферату	40	1	40
Усього за семестр			100

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: основи теорії надійності невідновлюваних та відновлюваних механічних виробів; методи аналізу надійності функціональних систем АТ; методи розробки та оптимізації вимог до надійності АТ; методи аналізу характеру і причин виникнення відмов і пошкоджень АТ; моделі надійності невідновлюваних та відновлюваних виробів АТ; показники надійності виробів АТ; методи забезпечення надійності АТ при проектуванні і виробництві; методи контролю надійності АТ в експлуатації.

Необхідний обсяг основних вмінь для одержання позитивної оцінки: оцінювати показники надійності невідновлюваних об'єктів; оцінювати показники надійності відновлюваних об'єктів; оцінювати показники надійності функціональних систем АТ; аналізувати фізичну сутність типових відмов і пошкоджень; обробляти статистичні дані; оцінювати показники надійності об'єктів за даними випробувань та експлуатаційних спостережень.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Зараховано (60–100). Твердо знати методи аналізу надійності функціональних систем АТ. Вільно володіти методами оцінювання показників надійності об'єктів за даними випробувань та експлуатаційних спостережень.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

13. Методичне забезпечення

1. Львов М.П. Статистична обробка на ЕОМ результатів випробувань надійності. Харків: ХАІ, 1993р.

14. Рекомендована література

Базова:

1. Анцелиович Л.Л. Надежность, безопасность и живучесть самолета. М., 1985г.
2. Косточкин В.В. Надежность авиационных двигателей и силовых установок. М., Машиностроение, 1976г.
3. Кубарев А.И. Надежность в машиностроении. М., Изд. стандартов, 1989г.
4. Надежность технических систем. Справочник под ред. И.А. Ушакова. М., Радио и связь, 1985г.
5. Решетов Д.Н. и др. Надежность машин. М., Высшая школа, 1988г.

Допоміжна:

6. Кузнецов А.А. Надежность конструкций баллистических ракет. М., 1978г.
7. Проблемы надежности и ресурса в машиностроении / Под ред. К.В. Фролова и А.П. Гусенкова. М., 1986г.
8. Шор Я.Б., Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надежности. М., 1968г.

15. Інформаційні ресурси

1. База даних по авиационным происшествиям Aviation Safety Network: <http://aviation-safety.net>.
2. База даних по авиационным происшествиям, инцидентам и авиакатастрофам в СССР и России: <http://www.airdisaster.ru/>.