

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

Кафедра конструкції авіаційних двигунів (№ 203)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Заст. Голови НМК



(підпис)

*М. А. Романов*  
(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПЛАНУВАННЯ ІНЖЕНЕРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань**

*13 «Механічна інженерія»*

*27 «Транспорт»*

(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність**

*134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»*

*272 «Авіаційний транспорт»*

(код та найменування спеціальності)

**Освітня програма**

*Літаки і вертольоти*

*Технології виробництва і ремонту літальних апаратів*

*Проектування та виробництво конструкцій*

*із композиційних матеріалів*

*Ракетні двигуни та енергетичні установки*

*Ракетні та космічні комплекси*

*Супутники, двигуни та енергетичні установки*

*Технології виробництва і ремонту літальних апаратів*

*Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден  
і авіадвигунів*

(найменування освітньої програми)

**Форма навчання**

*денна*

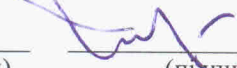
**Рівень вищої освіти**

*другий (магістерський)*

**Харків 2021 рік**

Робоча програма Планування інженерного експерименту  
(назва дисципліни)  
для студентів за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»  
272 «Авіаційний транспорт»  
освітньою програмою Літаки і вертольоти  
Технології виробництва і ремонту літальних апаратів  
Проектування та виробництво конструкцій  
із композиційних матеріалів  
Ракетні двигуни та енергетичні установки  
Ракетні та космічні комплекси  
Супутники, двигуни та енергетичні установки  
Технології виробництва і ремонту літальних апаратів  
Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден  
і авіадвигунів

« 1 » \_\_\_\_\_ червня \_\_\_\_\_ 2021 р, \_\_\_\_\_ с.

Розробник: Чигрин Валентин Семенович, к.т.н., професор  
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)  (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри  
конструкції авіаційних двигунів  
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор  
(наукова ступінь та вчене звання)  (підпис) С. В. Єніфанов  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<b>Галузь знань:</b> 13 «Механічна інженерія» 27 «Транспорт» (шифр і назва)	Вибіркова
	<b>Спеціальність:</b> 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» 272 «Авіаційний транспорт» (шифр і назва)	
Кількість модулів – 4	<b>Освітня програма:</b> Літаки і вертольоти, Технології виробництва і ремонту літальних апаратів, Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів, Ракетні двигуни та енергетичні установки, Ракетні та космічні комплекси, Супутники, двигуни та енергетичні установки, Технології виробництва і ремонту літальних апаратів, Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів (назва)	<b>Навчальний рік</b> 2021 / 2022
Кількість змістових модулів – 4		Семестр
<b>Індивідуальне завдання</b>		
Загальна кількість годин – 64*/120	<b>Рівень вищої освіти:</b> Другий (магістерський)	1-й
		<b>Лекції *</b> 32 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:	аудиторних – 4	<b>Практичні, семінарські *</b> -
		<b>Лабораторні *</b> 32 год.
самостійної роботи студента – 3,5		<b>Самостійна робота</b> 56 год.
		<b>Вид контролю</b> іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:  
для денної форми навчання: 64 / 56.

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** вивчення основ сучасної теорії інженерного експерименту: методи планування, реалізації на практиці, математичної обробки дослідних даних і аналіз результатів активного експерименту. Придбання здатності магістрів самостійно виконувати експериментальні дослідження в лабораторних і промислових умовах.

**Завдання:** Сформувані уявлення про правильну організацію активного експерименту при проведенні науково-дослідних робіт, що дозволяє отримати математичні моделі досліджуваних технологічних процесів, на їх основі здійснити оптимізацію відповідних конструктивних і режимних параметрів.

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

**Загальні компетентності:** *Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.*

**Спеціальні (фахові) компетентності:** *Обізнаність в галузі експериментальних досліджень композитних конструкцій. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми.*

**Програмні результати навчання:** *Знання і розуміння основних понять механіки армованих матеріалів, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасних методів обробки та оцінювання точності інженерного експерименту, оптимізації, необхідних для досягнення результатів програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях. Спроможність аналізувати складні інженерні задачі, процеси і системи відповідно до освітньої програми; обирати і застосовувати відповідні аналітичні, численні та експериментальні методи; уміння інтерпретувати результати таких досліджень. Знання стандартних методів і засобів експериментального дослідження конструкцій і матеріалів.*

**Пререквізити** – *Вища математика, Теорія імовірності, Фізика, Теоретична механіка, Механіка матеріалів та конструкцій, Теорія повітряно-реактивних двигунів,*

**Кореквізити** – *Комп'ютерно-інтегровані системи проектування, Інтеграція експлуатаційних характеристик силової установки і планера ЛА, Випробування і сертифікація об'єктів авіаційно-космічної техніки*

**Міждисциплінарні зв'язки:** АД і ЕУ.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1

#### Змістовий модуль 1

**ТЕМА 1.** Мета і завдання дисципліни. Основні терміни и визначення. Мета дослідження, предмет и об'єкт наукового дослідження. Об'єкти наукових досліджень в області створення АД та ЕУ. Класифікація наукових досліджень. Основні види наукових досліджень. Теоретичні, теоретично-експериментальні и експериментальні дослідження. Основні наукові напрямки досліджень.

**ТЕМА 2.** Методологія наукового пізнання. Факти, їх узагальнення і систематизація. Наукове дослідження і його методологія. Основні рівні наукового пізнання. Методи емпіричного і теоретичного рівнів дослідження. Вивчення явищ за допомогою моделей. Наукова інформація і її джерела.

**ТЕМА 3.** Елементи математичної статистики. Випадкові величини і їх характеристики. Закони розподілу випадкових величин. Вибірка і її характеристики. Довірчий інтервал. Перевірка статистичних гіпотез. Перевірка гіпотези про закон розподілу. Критерії Пірсона і Колмогорова. Перевірка параметричних гіпотез.

**Модульний контроль**

## Модуль 2

### Змістовий модуль 2

**ТЕМА 4.** Розробка методики теоретичного і експериментального дослідження. Теоретичні методи дослідження. Аналітичні методи досліджень. Аналітичні методи досліджень з використанням експериментів. Ймовірно-статистичні методи досліджень. Методи системного аналізу. Моделі досліджень.

**ТЕМА 5.** Експериментальні дослідження. Метрологічне забезпечення експерименту. Фізичні величини і їх вимір. Класифікація фізичних величин. Основні поняття теорії вимірів. Методи вимірів. Погрішності вимірів. Математична модель формування результату і погрішності виміру. Правила і форми представлення результатів вимірів.

**ТЕМА 6.** Техніка експериментального дослідження. Класифікація експериментів. Методика і методологія експерименту. Розробка плану програми експерименту. Проведення експерименту. Математичні методи обробки і аналізу експериментальних даних.

#### Модульний контроль

## Модуль 3

### Змістовий модуль 3

**ТЕМА 7.** Планування експерименту, етапи планування. Факторний експеримент. Повний факторний експеримент типу  $2^k$ . Складання матриці планування експерименту. Способи переходу від матриць меншої розмірності до матриць більшої розмірності. Властивості повного факторного експерименту типу  $2^k$ . Критерії оптимальності і типи планів.

**ТЕМА 8.** Повний факторний експеримент і математична модель. Оцінки коефіцієнтів функції відгуку. Дробовий факторний експеримент. Співвідношення, що генерують, і визначальні контрасти. Напіврепліки. Вибір 1/4-реплік. Характеристики дробових реплік. Оцінки коефіцієнтів функції відгуку в дробовому факторному експерименті. Композиційні плани. Ортогональні центральні композиційні плани.

**ТЕМА 9.** Поняття про метод групового урахування аргументів (МГУА), призначення МГУА. Умови використання МГУА. Методика отримання регресійної моделі. Перевірка адекватності моделі. Оцінка значущості коефіцієнтів регресії.

**ТЕМА 10.** Факторний аналіз, його види і методи. Цілі і основне завдання факторного аналізу. Поняття про метод головних компонент. Типи факторного аналізу. Етапи факторного аналізу. Класифікація методів факторного аналізу. Інтерпретація результатів факторного експерименту.

#### Модульний контроль

## Модуль 4

### Змістовий модуль 4

**ТЕМА 11.** Особливі методи планування експерименту. Методи експертних оцінок. Форми організації експертизи: методи мозкового штурму, дискусії, комісій, суду, ділових нарад, вирішальних матриць, прогнозного графа.

**ТЕМА 12.** Обробка і оформлення результатів наукового дослідження. Методи графічної обробки результатів вимірів. Оформлення результатів наукового дослідження. Структура наукового звіту.

#### Модульний контроль

## 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		лаб	практ	сам	
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b> <b>Змістовий модуль 1</b>					

<b>ТЕМА 1.</b> Мета і завдання дисципліни. Основні терміни і визначення. Мета дослідження, предмет и об'єкт наукового дослідження. Об'єкти наукових досліджень в області створення АД та ЕУ. Класифікація наукових досліджень. Основні види наукових досліджень. Теоретичні, теоретично-експериментальні и експериментальні дослідження. Основні наукові напрямки досліджень.	6	2	2	-	2
<b>ТЕМА 2.</b> Методологія наукового пізнання. Факти, їх узагальнення і систематизація. Наукове дослідження і його методологія. Основні рівні наукового пізнання. Методи емпіричного і теоретичного рівнів дослідження. Вивчення явищ за допомогою моделей. Наукова інформація і її джерела.	8	4	2	-	2
<b>ТЕМА 3.</b> Елементи математичної статистики. Випадкові величини і їх характеристики. Закони розподілу випадкових величин. Вибірка і її характеристики. Довірчий інтервал. Перевірка статистичних гіпотез. Перевірка гіпотези про закон розподілу. Критерії Пірсона і Колмогорова. Перевірка параметричних гіпотез.	15	3	6	-	6
<b>Модульний контроль</b>	1	1			
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>10</b>
<b>Модуль 2</b> <b>Змістовий модуль 2</b>					
<b>ТЕМА 4.</b> Розробка методики теоретичного і експериментального дослідження. Теоретичні методи дослідження. Аналітичні методи досліджень. Аналітичні методи досліджень з використанням експериментів. Ймовірнісно-статистичні методи досліджень. Методи системного аналізу. Моделі досліджень	6	2	-	-	4
<b>ТЕМА 5.</b> Експериментальні дослідження. Метрологічне забезпечення експерименту. Фізичні величини і їх вимір. Класифікація фізичних величин. Основні поняття теорії вимірів. Методи вимірів. Погрішності вимірів. Математична модель формування результату і погрішності виміру. Правила і форми представлення результатів вимірів.	13	3	4	-	6
<b>ТЕМА 6.</b> Техніка експериментального дослідження. Класифікація експериментів. Методика і методологія експерименту. Розробка плану програми експерименту. Проведення експерименту. Математичні методи обробки і аналізу експериментальних даних.	6	2	-	-	4
<b>Модульний контроль</b>	1	1			
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>14</b>
<b>Модуль 3</b> <b>Змістовий модуль 3</b>					
<b>ТЕМА 7.</b> Планування експерименту, етапи планування. Факторний експеримент. Повний факторний експеримент типу $2^k$ . Складання матриці планування експерименту. Способи переходу від матриць меншої розмірності до матриць більшої розмірності. Властивості повного факторного експерименту типу $2^k$ . Критерії оптимальності і типи планів.	13	3	4	-	6
<b>ТЕМА 8.</b> Повний факторний експеримент і математична	12	2	4	-	6

модель. Оцінки коефіцієнтів функції відгуку. Дробовий факторний експеримент. Співвідношення, що генерують, і визначальні контрасти. Напіврепліки. Вибір 1/4-реплік. Характеристики дробових реплік. Оцінки коефіцієнтів функції відгуку в дробовому факторному експерименті. Композиційні плани. Ортогональні центральні композиційні плани.					
<b>ТЕМА 9.</b> Поняття про метод групового урахування аргументів (МГУА), призначення МГУА. Умови використання МГУА. Методика отримання регресійної моделі. Перевірка адекватності моделі. Оцінка значущості коефіцієнтів регресії.	12	2	4	-	6
<b>ТЕМА 10.</b> Факторний аналіз, його види і методи. Цілі і основне завдання факторного аналізу. Поняття про метод головних компонент. Типи факторного аналізу. Етапи факторного аналізу. Класифікація методів факторного аналізу. Інтерпретація результатів факторного експерименту	12	2	4	-	6
<b>Модульний контроль</b>	1	1			
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>16</b>		<b>24</b>
<b>Модуль 4</b>					
<b>Змістовий модуль 4</b>					
<b>ТЕМА 11.</b> Особливі методи планування експерименту. Методи експертних оцінок. Форми організації експертизи: методи мозкового штурму, дискусії, комісій, суду, ділових нарад, вирішальних матриць, прогнозного графа	6	2	-	-	4
<b>ТЕМА 12.</b> Обробка і оформлення результатів наукового дослідження. Методи графічної обробки результатів вимірів. Оформлення результатів наукового дослідження. Структура наукового звіту.	7	1	2	-	4
<b>Модульний контроль</b>	1	1			
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>8</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>56</b>

### 5. Лабораторні заняття

№ з/п	Назва роботи	Кількість годин
1	Технологія інноваційного проектування	4
2	Вибір датчика тиску, оцінка впливу різних факторів на його метрологічні характеристики	4
3	Перевірка гіпотези про вид розподілення випадкової величини	4
4	Тарування вібродатчиків і побудова їх АЧХ	4
5	Розробка плану експерименту й визначення його властивостей	4
6	Виконання досліджень питомих параметрів двигуна за одержаним планом експерименту	4
7	Розробка плану повного факторного експерименту для визначення впливу конструктивних і експлуатаційних факторів на температурний стан підшипникових опор	4
8	Побудова регресійної моделі температурного стану підшипникової опори і виконання факторного аналізу. Оформлення результатів наукового дослідження	4
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>ТЕМА 1.</b> Мета і завдання дисципліни. Основні терміни и визначення. Мета дослідження, предмет и об'єкт наукового дослідження. Об'єкти наукових досліджень в області створення АД та ЕУ. Класифікація наукових досліджень. Основні види наукових досліджень. Теоретичні, теоретично-експериментальні и експериментальні дослідження. Основні наукові напрямки досліджень.	2
2	<b>ТЕМА 2.</b> Методологія наукового пізнання. Факти, їх узагальнення і систематизація. Наукове дослідження і його методологія. Основні рівні наукового пізнання. Методи емпіричного і теоретичного рівнів дослідження. Вивчення явищ за допомогою моделей. Наукова інформація і її джерела.	2
3	<b>ТЕМА 3.</b> Елементи математичної статистики. Випадкові величини і їх характеристики. Закони розподілу випадкових величин. Вибірка і її характеристики. Довірчий інтервал. Перевірка статистичних гіпотез. Перевірка гіпотези про закон розподілу. Критерії Пірсона і Колмогорова. Перевірка параметричних гіпотез.	6
4	<b>ТЕМА 4.</b> Розробка методики теоретичного і експериментального дослідження. Теоретичні методи дослідження. Аналітичні методи досліджень. Аналітичні методи досліджень з використанням експериментів. Ймовірностатистичні методи досліджень. Методи системного аналізу. Моделі досліджень	4
5	<b>ТЕМА 5.</b> Експериментальні дослідження. Метрологічне забезпечення експерименту. Фізичні величини і їх вимір. Класифікація фізичних величин. Основні поняття теорії вимірів. Методи вимірів. Погрішності вимірів. Математична модель формування результату і погрішності виміру. Правила і форми представлення результатів вимірів.	6
6	<b>ТЕМА 6.</b> Техніка експериментального дослідження. Класифікація експериментів. Методика і методологія експерименту. Розробка плану програми експерименту. Проведення експерименту. Математичні методи обробки і аналізу експериментальних даних.	4
7	<b>ТЕМА 7.</b> Планування експерименту, етапи планування. Факторний експеримент. Повний факторний експеримент типу $2^k$ . Складання матриці планування експерименту. Способи переходу від матриць меншої розмірності до матриць більшої розмірності. Властивості повного факторного експерименту типу $2^k$ . Критерії оптимальності і типи планів.	6
8	<b>ТЕМА 8.</b> Повний факторний експеримент і математична модель. Оцінки коефіцієнтів функції відгуку. Дробовий факторний експеримент. Співвідношення, що генерують, і визначальні контрасти. Напіврепліки. Вибір 1/4-реплік. Характеристики дробових реплік. Оцінки коефіцієнтів функції відгуку в дробовому факторному експерименті. Композиційні плани. Ортогональні центральні композиційні плани.	6
9	<b>ТЕМА 9.</b> Поняття про метод групового урахування аргументів (МГУА), призначення МГУА. Умови використання МГУА. Методика отримання регресійної моделі. Перевірка адекватності моделі. Оцінка значущості коефіцієнтів регресії.	6



10	<b>ТЕМА 10.</b> Факторний аналіз, його види і методи. Цілі і основне завдання факторного аналізу. Поняття про метод головних компонент. Типи факторного аналізу. Етапи факторного аналізу. Класифікація методів факторного аналізу. Інтерпретація результатів факторного експерименту	6
11	<b>ТЕМА 11.</b> Особливі методи планування експерименту. Методи експертних оцінок. Форми організації експертизи: методи мозкового штурму, дискусії, комісій, суду, ділових нарад, вирішальних матриць, прогнозного графа	4
12	<b>ТЕМА 12.</b> Обробка і оформлення результатів наукового дослідження. Методи графічної обробки результатів вимірів. Оформлення результатів наукового дослідження. Структура наукового звіту.	4
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

## 7. Методи навчання

*Основні форми навчання:*

- лекційна;
- практичні заняття;
- індивідуальна самостійна робота;
- іспит.

На лекції студентів даються основні поняття, основи теорії, закономірності, необхідні для підготовки до виконання практичних робіт, самостійної роботи.

Лекція розв'язує тільки одну дидактичну задачу – дає первісне знайомство з темою, організовує первісне сприйняття матеріалу, формулює основні проблеми.

Проведення практичних робіт базується на словесному (аналітичному) описанні об'єкта й його відображенні за допомогою спеціальних дидактичних матеріалів (повчальні програми ПЕОМ, лабораторні досліджувані установки та ін.). Під час проведення практичних робіт використовується як використовується як індивідуальний, так і бригадний характер праці студентів. Практичні роботи присвячені розв'язанню завдань з обрання датчиків, оцінки їх метрологічних характеристик, планування експериментів, моделювання параметрів двигуна, визначення впливу конструктивних і експлуатаційних факторів на його характеристики.

Основною формою навчання є самостійна робота. До неї не можна приступати без певного багажу знань, які даються на лекції. Під час самостійної роботи студенті поглиблено вивчають лекційний матеріал, готуються до проведення практичних робіт.

### Контрольні питання

1. Що називають функцією і щільністю розподілу випадкової величини?
  2. Дайте визначення математичного очікування і дисперсії випадкової величини.
  3. Основні закони розподіли випадкової величини, вживані при плануванні експерименту.
- Числові характеристики цих законів.
4. Дайте визначення генеральній сукупності, вибірки.
  5. Характеристики точкової оцінки і критерії її якості.
  6. Інтервальна оцінка і довірчий інтервал.
  7. Що називають статистичною гіпотезою? Параметричні і непараметричні гіпотези.
  8. Чому основну гіпотезу називають нульовою?
  9. Що називають рівнем значущості і областю прийняття гіпотези?
  10. Дайте визначення статистичного критерію. Що називають потужністю критерію?
  11. Перерахуйте етапи перевірки гіпотези.
  12. Що відносять до помилок першого і другого роду і яка вірогідність їх вчинити?
  13. Завдання, що вирішується при перевірці гіпотези про закон розподілу.
  14. Роль критерію Пірсона і Колмогорова при перевірці гіпотези про закон розподілу.
  15. Які статистичні критерії застосовуються при перевірці параметричних гіпотез?
  16. Основні гіпотези про вибірових середніх, порядок їх перевірки.

17. Виявлення грубих погрішностей з використанням параметричних гіпотез.
18. Дайте визначення фізичної величини.
19. Перерахуйте основні типи фізичних величин. Дайте характеристику кожному типу.
20. Перерахуйте методи вимірів. Дайте характеристику кожному методу.
21. Що називають погрішністю вимірів?
22. Класифікація погрішностей за формою кількісного вираження.
23. Класифікація погрішностей за характером їх поведінки в часі.
24. Класифікація погрішностей унаслідок виникнення.
25. Математична модель результату виміру.
26. Математична модель погрішності виміру.
27. Особливості адитивної і мультиплікативної складових, що становлять погрішності виміру.
28. Як правильно має бути представлений результат вимірів?
29. Сформулюйте правила округлення числових значень результату виміру.
30. Дайте визначення експерименту.
31. Які питання вирішує планування експерименту?
32. Класифікація експериментів.
33. Дайте визначення математичній моделі об'єкту дослідження.
34. Що називають чинниками, областю визначення чинників?
35. Що називають функцією відгуку і поверхнею відгуку?
36. Види математичних моделей.
37. Перерахуйте етапи проведення експериментальних досліджень.
38. Перерахуйте основні завдання експерименту.
39. Вимоги, що пред'являються до чинників.
40. Що називають рівнями чинників і інтервалом варіювання чинників?
41. Які обмеження необхідно враховувати при виборі інтервалу варіювання?
42. Як залежить кількість дослідів в експерименті від числа рівнів чинників?
43. Дайте визначення факторного простору.

## 8. Методи контролю

Матеріал дисципліни розбито на два змістових модулі:

1. Джерела вібрації двигунів, математичні моделі вібрації.
2. Визначення технічного стану двигуна, діагностика з використанням параметрів вібрації.

**Складання модулю 1 – на 4-му тижні (один раз), складання модулю 2 – на 8-му тижні (один раз), модулю 3 – на 12-му тижні (один раз), модулю 4 – на 15-му тижні (один раз).**

До складання модулів студент допускається за умови виконання всіх видів обов'язкових робіт, передбачених у модулях.

**Оформлення практичних робіт – письмово, захист – усно.**

Семестр 1 – *іспит*.

## 9. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

### 9.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	2...4	5	10...20
Модульний контроль	3...5	1	3...5
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4

Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...4	2	12...8
Модульний контроль	3...5	1	3...5
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...4	8	24...32
Модульний контроль	3...5	1	3...5
<b>Змістовний модуль 4</b>			
Робота на лекціях	0...1	2	0...2
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	2...4	1	2...4
Модульний контроль	3...5	1	3...5
			<b>60...100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Допуск до іспиту надається за умов відпрацювання та здачі усіх лабораторних робіт, а також виконання та успішного захисту домашнього завдання.

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

Білет для іспиту складається з чотирьох запитань. Запитання розподілено таким чином:

Перше запитання – запитання з теоретичної частини (змістовий модуль 1);

Друге запитання – діагностика з використанням параметрів вібрації (змістовий модуль 2);

Два запитання стосуються методів експериментальних досліджень вібрацій і обробки вібраційних сигналів (лабораторні і практичні роботи).

Максимальна кількість балів за кожне запитання – 25.

## 9.2 Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки студент повинен

### знати:

- становлення професійного науково-дослідницького мислення, чіткого уявлення про основні професійні завдання і способи їх вирішення;

- історію розвитку конкретної наукової проблеми, її ролі та місця у науковому напрямі, що вивчається;

- основні поняття математичної статистики, теорії експерименту;

- основи теорії випадкових помилок і методів оцінки випадкових погрешностей у вимірах;

- основні принципи і завдання дисперсійного і регресійного аналізу;

- сучасні технології збору інформації, обробки та інтерпретації отриманих експериментальних і емпіричних даних, володіння сучасними методами досліджень;

- методи статистичного аналізу, основи статистичного контролю якості, принципи і методи планування експерименту, принцип динамічного програмування;

- формулювання та рішення задач, що виникають при науково-дослідницькій діяльності і потребують поглиблених професійних знань;

- проведення пошуку необхідної наукової інформації із залученням сучасних інформаційних технологій.

### вміти:

- зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки з проблем авіаційної та ракетно-космічної техніки, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефаківців;

- визначати необхідний об'єм експерименту, скласти прості плани експерименту для дисперсійного і регресійного аналізу;
- робити висновки за результатами статистичного аналізу експериментальних даних;
- практично здійснювати наукові дослідження, експериментальні роботи у тій чи іншій науковій сфері;
- працювати з конкретними програмними продуктами та конкретними ресурсами інтернету та т.п.;
- використовувати сучасні технології збору інформації;
- самостійно планувати рішення задач, що виникають при науково-дослідницькій діяльності і потребують поглиблених професійних знань.

### 9.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати необхідний мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Мати уяву про функцію і щільність розподілу випадкової величини, що таке математичне очікування і дисперсія випадкової величини; основні закони розподілення випадкової величини, вживані при плануванні експерименту; що таке генеральна сукупність, інтервальна оцінка і довірчий інтервал; що називають статистичною гіпотезою; що відносять до помилок першого і другого роду, завдання, що вирішується при перевірці гіпотези про закон розподілу, критерії Пірсона і Колмогорова при перевірці гіпотези про закон розподілу; основні гіпотези про вибіркового середніх, порядок їх перевірки; основні типи фізичних величин; методи вимірів, їх характеристики, погрішності вимірів, класифікація погрішностей, правила округлення числових значень результату виміру; які питання вирішує планування експерименту, класифікацію експериментів; визначення математичній моделі об'єкту дослідження, що називають функцією відгуку і поверхнею відгуку, види математичних моделей; етапи проведення експериментальних досліджень, основні завдання експерименту; вимоги, що пред'являються до чинників, які обмеження необхідно враховувати при виборі інтервалу варіювання, як залежить кількість дослідів в експерименті від числа рівнів чинників; що таке факторний простір.

**Добре (75-89).** Твердо опанувати мінімум знань та вмінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Здати модульне тестування з позитивною оцінкою. Знати, що називають функцією і щільністю розподілу випадкової величини, що таке математичне очікування і дисперсія випадкової величини; основні закони розподілення випадкової величини, вживані при плануванні експерименту; що таке генеральна сукупність, інтервальна оцінка і довірчий інтервал; що називають статистичною гіпотезою; що називають рівнем значущості і областю прийняття гіпотези, етапи перевірки гіпотези; що відносять до помилок першого і другого роду, завдання, що вирішується при перевірці гіпотези про закон розподілу, критерії Пірсона і Колмогорова при перевірці гіпотези про закон розподілу; основні гіпотези про вибіркового середніх, порядок їх перевірки, виявлення грубих погрішностей з використанням параметричних гіпотез; основні типи фізичних величин; методи вимірів, їх характеристики, погрішності вимірів, класифікація погрішностей, математична модель результату і погрішності виміру, правила округлення числових значень результату виміру; які питання вирішує планування експерименту, класифікацію експериментів; визначення математичній моделі об'єкту дослідження, що називають функцією відгуку і поверхнею відгуку, види математичних моделей; етапи проведення експериментальних досліджень, основні завдання експерименту; вимоги, що пред'являються до чинників, що називають рівнями чинників і інтервалом варіювання чинників, які обмеження необхідно враховувати при виборі інтервалу варіювання, як залежить кількість дослідів в експерименті від числа рівнів чинників; що таке факторний простір.

**Відмінно (90-100).** Відпрацювати та захистити всі лабораторні та практичні роботи. Здати модульне тестування з відмінною оцінкою (припускається здати один з двох модулів з оцінкою «добре»). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати, що називають функцією і щільністю розподілу випадкової величини, що таке математичне очікування і дисперсія випадкової величини; основні закони розподілення випадкової величини, вживані при плануванні експерименту,

числові характеристики цих законів; що таке генеральна сукупність, інтервальна оцінка і довірчий інтервал; що називають статистичною гіпотезою, що таке параметричні і непараметричні гіпотези; що називають рівнем значущості і областю прийняття гіпотези, етапи перевірки гіпотези; що відносять до помилок першого і другого роду, завдання, що вирішується при перевірці гіпотези про закон розподілу, критерії Пірсона і Колмогорова при перевірці гіпотези про закон розподілу, які статистичні критерії застосовуються при перевірці параметричних гіпотез; основні гіпотези про вибіркового середніх, порядок їх перевірки, виявлення грубих погрешностей з використанням параметричних гіпотез; основні типи фізичних величин; методи вимірів, їх характеристики, погрешності вимірів, класифікація погрешностей за формою кількісного вираження і за характером їх поведінки в часі, математична модель результату і погрешності виміру, правила округлення числових значень результату виміру; які питання вирішує планування експерименту, класифікацію експериментів; визначення математичній моделі об'єкту дослідження, що називають функцією відгуку і поверхнею відгуку, види математичних моделей; етапи проведення експериментальних досліджень, основні завдання експерименту; вимоги, що пред'являються до чинників, що називають рівнями чинників і інтервалом варіювання чинників, які обмеження необхідно враховувати при виборі інтервалу варіювання, як залежить кількість дослідів в експерименті від числа рівнів чинників; що таке факторний простір.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	Для іспиту	Для заліку
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
01-59	Незадовільно	Не зараховано

### 10. Методичне забезпечення

1. Математична модель авіаційного двигуна.
2. Математична модель системи змащування газотурбінного приводу.
3. Повчальна програма ПЕОМ з аналізу властивостей датчиків тиску.
3. Лабораторна установка для тарування вібродатчиків і побудови АЧХ.
4. Програма ПЕОМ з використання МГУА.
5. Програма ПЕОМ з виконання факторного аналізу.
6. Методичні рекомендації по виконанню практичних робіт.

### 11. Рекомендована література

#### Базова

1. Ануфриев А.Ф. Научное исследование. – М.: Ось-89, 2002. – 112 с.
2. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента. – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.
3. Батрак А.П. Планирование и организация эксперимента: учеб. пособие. – Красноярск: СФУ, 2007. – 55 с.
4. Беркоф В.Ф. Философия и методология науки: учеб. пособие. – М.: Новое знание, 2004. – 336 с.
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1999. – 479 с.
6. Дикий Н.А., Халатов А.А. Основы научных исследований. – Киев : Вища школа, 1985. – 223 с.

7. Ивахненко А.Г. Мюллер Й.А. Самоорганизация прогнозирующих моделей. К.: Техника. – 1985. – 223 с.
8. Математическая теория планирования эксперимента / Под ред. С. М. Ермакова. – М.: Наука, 1983. – 392 с.
9. Реброва И.А. Планирование эксперимента: учеб пособие. – Омск: СибАДИ, 2010. – 105 с.
10. Солохин Э.Л., Овсянников В.А. Планирование эксперимента. – М.: МАИ, - 1977. – 73 с.

#### **Додаткова**

1. Алиев Т.А. Экспериментальный анализ. – М.: Машиностроение, 1991. – 272 с.
2. Крутов В.И, Грушко И.М., и др. Основы научных исследований. – Владимир: Высшая школа, 1989. – 400 с.
3. Крампит А.Г. Методология научных исследований: Учебное пособие. – Юрга: Изд-во ЮТИ ТПУ, 2006. – 240 с.
4. Кузнецов И.Н. Научное исследование. – М.: Издательско – торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2004. – 432 с.
5. Логика научного исследования: пер. с англ. / Под общей ред. В.Н. Садовского. – М.: Республика, 2004. – 447 с.
6. Папковская П.Я. Методология научных исследований. курс лекций. – Минск: Информ-пресс, 2006. – 184 с.
7. Сабитов Р.А. Основы научных исследований: учеб. пособие. – Челябинск: Изд-во ЧГУ, 2002. – 138 с.
8. Сиденко В.М., Грушко И.М. Основы научных исследований. – Харьков: Высшая школа, 1977. – 190 с.
9. Философия и методология науки ; под ред. В. И. Купцова. – М.: Аспект Пресс, 1996. – 551с.