

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Ректор ДДМА
Віктор КОВАЛЬОВ
р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

„МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У МАШИНОБУДУВАННІ”

(назва дисципліни)

Галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

Спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

Освітній рівень третій (освітньо-науковий)

ОНП «Галузеве машинобудування»

Факультет машинобудування

(назва інституту, факультету, відділення)

КРАМАТОРСЬК-ТЕРНОПІЛЬ, 2023

Погоджено з групою забезпечення освітньої програми (для обов'язкових дисциплін)

Керівник групи забезпечення

_____ Віктор КОВАЛЬОВ, д-р техн. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти та технології», протокол № 19 від 02.05.2023 року.

Завідувач кафедри:

Яна ВАСИЛЬЧЕНКО, д-р техн. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради Факультету машинобудування, протокол № 10-23/06 від 26.06.2023 року

Голова Вченої ради факультету

_____ Валерій КАССОВ, д-р техн. наук, професор

I ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Показники		Галузь знань, спеціальність, ОНП, наукове спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	заочна
Кількість кредитів	4	Галузь знань: 13 – «Механічна інженерія». Спеціальність: 133 – «Галузеве машинобудування»	Обов'язкова дисципліна	
Загальна кількість годин				
120				
Модулів – 1	Змістових модулів – 1	ОНП „Галузеве машинобудування”	Рік підготовки	
			2	
Індивідуальне науково-дослідне завдання Обробка результатів експериментальних досліджень. Побудова моделі. Перевірка адекватності.			Семестр	
			4	
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 54; самостійної роботи студента – 66		Рівень вищої освіти: <u>третій (освітньо-науковий)</u>	Лекції	
			36	
			Практичні	
			18	
			Самостійна робота	
			66	
Вид контролю				
екзамен				

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 54/66

II ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Актуальність вивчення дисципліни полягає в тому, що даючи основні уявлення про розвиток і загальні напрями експериментальних досліджень, вона надає фахівцеві методологію необхідну для усвідомлення застосування експерименту (експериментального підтвердження) в особистому науковому дослідженні

Мета навчальної дисципліни: формування у здобувачів знань і умінь використовувати отриману і засвоєну інформацію про експериментальні дослідження в науково-дослідній діяльності, зокрема у підготовці дисертації; Обирати або ставити питання щодо проектування і застосування відповідного оснащення і обладнання.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами до освітніх програм, здобувачі після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

– Знання: основних видів експериментальних досліджень і їх призначення; по оцінці і попередньому прогнозуванню щодо отриманих експериментальних результатів.

– Уміння: визначати елементи застосування і проведення експериментів при реалізації наукових досліджень.

– Набути досвід по застосуванню універсального експериментального оснащення і обладнання.

Дисципліна формує навички професійної науково-дослідної діяльності.

Передумови для вивчення дисципліни:

Методологія наукових досліджень та організація науково-педагогічної діяльності;

Сучасні методи математичного моделювання об'єктів та процесів галузевого машинобудування;

Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання.

Мова викладання: українська.

Обсяг навчальної дисципліни та його розподіл за видами навчальних занять:

- загальний обсяг для денної форми навчання становить 120 годин/ 4 кредити, в тому числі: лекції- 36 годин, практичні заняття - 18 годин, самостійна робота студентів - 54 годин;

III ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних загальних та фахових компетентностей:

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, генерувати нові ідеї та розв'язувати комплексні проблеми галузевого машинобудування.

ЗК4. Здатність розв'язувати проблеми у сфері галузевого машинобудування на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору, з дотриманням принципів академічної доброчесності.

ЗК8. Здатність опановувати, інтегрувати та використовувати сучасні знання з різних галузей

Фахові компетентності:

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у механічній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з механічної інженерії та суміжних галузей.

СК6. Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики галузевого машинобудування, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК8. Здатність вирішувати комплексні проблеми та завдання дослідницького характеру у сфері галузевого машинобудування на основі ефективного використання сучасних методів та засобів математичного моделювання об'єктів та процесів машинобудівного виробництва.

У результаті вивчення дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень та основи науково-педагогічної діяльності» здобувач повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання, які в загальному вигляді можна навести наступним чином:

РН1. Мати концептуальні та методологічні знання з механічної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових та прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та / або здійснення інновацій.

РН3. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та / або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та / або створення інноваційних продуктів у механічній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН7. Вміти планувати і виконувати експериментальні та / або теоретичні дослідження з галузевого машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН8. Застосовувати загальні принципи та методи математики, природничих та технічних наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері механічної інженерії.

РН9. Глибоко розуміти загальні принципи та методи механічної інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері галузевого машинобудування та у викладацькій практиці.

У когнітивній сфері аспірант здатний:

- розуміти принципи системного підходу до визначення цілей і методів досліджень;
- з'ясувати структуру дослідницької роботи;
- з'ясувати стан питання досліджень, сутність наукової полеміки, сформулювати переконливі докази на користь обраної концепції;
- продемонструвати розуміння математичних моделей, цільових функцій для оптимізації рішень;
- продемонструвати розуміння вибору виду експериментальних досліджень;
- пояснити сутність критеріїв узгодження для доказу адекватності математичних моделей;

Сам. робота	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2
Консультації				К					К		К				К		К	
Контр. роботи																		КР 1
Змістовні модулі	ЗМ1																	
Контроль по модулю		ПР1		ПР2		ПР3		ПР4		ПР5		ПР6					ПР7	

ПР - захист практичної роботи; К1- письмова контрольна робота; ЗСР - захист самостійної роботи; К - консультація

Лекції

№ з/п	Найменування змістовних модулів і тем	Кількість годин (денна/ заочна)					
		Разом	в т.ч.				
			Л	П	Ла б	СРС	Література
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовний модуль 1							
1	Тема 1. Класифікація, типи і завдання експерименту	12/ 0	2	4/0		4	[1], с.3-7, [3], с.49-86; [5], с.3-12
2	Тема 2. Методологія експерименту	12/ 0	2	4/0		4	[3], с.3-9, [5], с.49-86
3	Тема 3. Розробка плану-програми експерименту	8/ 0	2			4	[3], с.15-34, [4], с.9-26
4	Тема 4. Загальні положення про вимірювання	12/ 0	2			4	[4], с.35-64, [5], с.29-36
5	Тема 5. Класифікація похибок	8/ 0	2			4	[1], с.65-84, [4], с.39-56
6	Тема 6. Оцінка випадкових похибок прямих вимірювань	12/ 0	2	4/0		4	[5], с.317-412
7	Тема 7. Оцінка випадкових похибок непрямих вимірювань	8/ 0	2			4	[2], с.15-46; [5], с.5-16
8	Тема 8. Огляд програмного забезпечення для виконання аналізу, обробки і представлення експериментальних даних Розрахунки і статистична обробка результатів	12/ 0	2			4	[3], с.50-76; [4], с.18-36
9	Тема 9. Огляд програмного забезпечення для виконання аналізу, обробки і представлення експериментальних даних. Побудова графіків	12/ 0	2			4	[4], с.80-96; [5], с.40-51
10	Тема 10. Огляд програмного забезпечення для виконання аналізу, обробки і представлення експериментальних даних. Робота з текстом	12/ 0	2		4/0	4	[4], с.80-96; [5], с.40-51
11	Тема 11. Імовірісно-статистичні методи обробки експериментальних даних. Випадкові величини. Аксиоми теорії ймовірностей	12/ 0	2		4/0	4	[4], с.80-96; [5], с.40-51

12	Тема 12. Генеральна і вибіркова сукупності	8/ 0	2			4	[4], с. 80-96; [5], с. 40-51
13	Тема 13. Розподіл випадкової величини, теоретичний та емпіричний розподіл, їх табличне і графічне представлення	18/ 0	2			4	[4], с. 80-96; [5], с. 40-51
14	Тема 14. Характеристики теоретичного та емпіричного розподілу випадкової величини	24/ 0	2	6/0		4	[4], с. 80-96; [5], с. 40-51
15	Тема 15. Електричні вимірювання неелектричних величин	18/ 0	2			4	[4], с. 80-96; [5], с. 40-51
16	Тема 16. Вимірювання механічних величин	18/ 0	2			2	[4], с. 80-96; [5], с. 40-51
17	Тема 17. Застосування комп'ютерних засобів при проведенні експериментальних досліджень	18/ 0	2			2	[4], с. 80-96; [5], с. 40-51
18	Тема 18. Використання інформаційних технологій для наукових досліджень	18/ 0	2			2	[4], с. 80-96; [5], с. 40-51
Разом годин		180	36	18		66	

Теми практичних занять

Мета практичних робіт - закріплення знань теоретичного матеріалу, здобуття навичок проведення досліджень і обробки результатів експериментів.

№ Роботи	№ теми	Кількість годин	Найменування роботи	Література
1	2	2	Дослідження ймовірнісних експлуатаційних характеристик різального інструменту	[7], [8]
2	3	2	Визначення закону розподілу періоду стійкості при малих обсягах досліджень	[7], [8]
3	4	2	Одержання математичних моделей методом повного факторного експерименту	[7], [8]
4	8	4	Одержання математичних моделей методами теорії кореляції	[7], [8]
5	9	2	Визначення ймовірнісних експлуатаційних характеристик різального інструменту.	[7], [8]
6	11	4	Перевірка відповідності статистичного й теоретичного розподілу за критеріями Пірсона та Колмогорова	[7], [8]
Усього годин		30		

Контрольні роботи

Контрольні роботи з теоретичної частини розподілені таким чином:

№ з/п	№ ЗМ	Тема контрольної роботи	Кількість варіантів
1	1	Контрольна робота за лекційним матеріалом	10

Перелік індивідуальних та/або групових завдань

Індивідуальна робота містить такі етапи:

- проробка лекційного матеріалу згідно з конспектом та літературою;
- підготовка до опитування, контрольних робіт;
- самостійне вивчення частини теоретичного матеріалу згідно з рекомендованою літературою;
- складення конспектів.

V КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань здобувачів денної форми навчання

№ з/п	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	2	3	4
1	Дослідження імовірнісних експлуатаційних характеристик різального інструменту	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
2	Визначення закону розподілу періоду стійкості при малих обсягах дослі-джень	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
3	Одержання математичних моделей методом повного факторного експерименту	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
4	Одержання математичних моделей методами теорії кореляції	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
5	Визначення ймовірнісних експлуатаційних характеристик різального інструменту.	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
6	Перевірка відповідності статистичного й теоретичного розподілу за критеріями Пірсона та Колмогорова	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
7	Контрольна робота 1 за лекційним матеріалом	40	Отримані відповіді на всі питання контрольної роботи з лекційного матеріалу
Підсумковий контроль		100	Отримані відповіді на всі питання підсумкового контролю
Всього		100	

Підсумкові оцінки за семестр в цілому переводяться за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до таблиці переведу, яка визначається діючим в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців:

Рейтингова оцінка	У національній шкалі	У шкалі ECTS
90-100	Відмінно (зараховано)	A
81-89	Добре (зараховано)	B
75-80	Добре(зараховано)	C
65-74	Задовільно (зараховано)	D
65-64	Задовільно (зараховано)	E
30-54	Незадовільно (не зараховано)	FX
0-29	Незадовільно (не зараховано)	F

Для отримання позитивної оцінки з дисципліни слід скласти всі модулі та одержати не менше ніж 55 балів сумарної оцінки. Якщо на протязі семестру складено всі модулі не менше, ніж на 55 балів сумарної оцінки, можна отримати підсумкову оцінку і отримати допуск до іспиту.

Результати прийому іспиту оцінюються за 100 – бальною рейтинговою шкалою. При оцінюванні результатів використовується також національна 5- бальна шкала та вищенаведена таблиця переведу з діючого в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців.

Критерії оцінювання сформованості програних результатів навчання під час підсумкового контролю

Синтезований опис компетентності	Типові недоліки, які зменшують рівень досягнення програмного результату навчання
<p>Когнітивні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здобувач здатний розуміти принципи системного підходу до визначення цілей і методів досліджень; - з'ясувати структуру дослідні роботи; - з'ясувати стан питання досліджень, сутність наукової полеміки, сформувані переконливі докази на користь обраної концепції; 	<p>75-89% – здобувач припускається незначних помилок у описі прикладних алгоритмів та комп'ютерних методів задач, недостатньо повно визначає прикладний науково-статистичний зміст наукометричних співвідношень, неповною мірою розуміє переваги та недоліки застосованої моделі, припускається несуттєвих фактичних помилок при витлумаченні розрахунково-графічних результатів та визначенні точності досліджування обчислювальних методів</p>

<ul style="list-style-type: none"> - продемонструвати розуміння математичних моделей, цільових функцій для оптимізації рішень; - продемонструвати розуміння вибору виду експериментальних досліджень; - пояснити сутність критеріїв узгодження для доказу адекватності математичних моделей; - усвідомити закони розподілу випадкових величин результатів статистичних досліджень; - з'ясувати різницю між детермінованими і статистичними, між аналітичними і емпіричними моделями; - пояснити етапи здобуття математичних моделей, елементи точності моделювання; - здійснити вибір виду експериментів, - проявити уміння виконувати дослідження та застосувати дослідницькі навички; - продемонструвати розуміння характеристик випадкових величин, законів їх розподілу при обробці результатів статистичних досліджень; - пояснити сутність показників в надійності технічних систем, математичної обробки результатів досліджень надійності об'єктів досліджень; - здійснити доведення розв'язки завдань до практично прийнятих рішень за темою роботи. - уміти визначати шляхи підвищення якості технологічних систем на основі кількісних кваліметричних показників, організувати експертні комісії. 	<p>60-74% – здобувач некоректно формулює алгоритми та методи розв'язання практичних задач та робить суттєві помилки у змісті моделювання, припускається помилок при проектуванні власного комп'ютерного алгоритму, присукається грубих помилок у витлумаченні та розрахунках, а також при оформленні практичної роботи</p>
<p>Афективні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - критично осмислювати лекційний і поза лекційний матеріал; - аргументувати на основі лекційного матеріалу мету досліджень, об'єкт і предмет досліджень; - критично осмислювати результати попередніх досліджень за темою дисертаційної роботи, формулювати завдання досліджень; - використовувати системний підхід до організації досліджень; - критично осмислювати методи досліджень, вибір видів моделювання, методи 	<p>75-89% – здобувач припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях на заняттях та під час захисту практичних та індивідуальних розрахункових завдань, відчуває певні складності у поясненні фахівцю та колегам певних подробиць та окремих аспектів професійної проблематики</p>

<p>оптимізації параметрів, методів експериментів;</p> <ul style="list-style-type: none"> - використовувати математичні методи обробки результатів експериментів; - використовувати пакети програм: реалізувати обчислення результатів досліджень. 	
	<p>60-74% – здобувач припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, виявляє недостатню ініціативу до участі у дискусіях та індивідуальних консультаціях за наявності складності у виконанні практичних та індивідуальних завдань; відчуває істотні складності при поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики</p> <p>менше 60% – здобувач не здатний продемонструвати вільного володіння логікою та аргументацією у виступах, не виявляє ініціативи до участі у професійній дискусії, до консультування з проблемних питань виконання практичних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу</p>
<p>Психомоторні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здобувач здатний самостійно працювати, розробляти оригінальні варіанти індивідуальних рішень, впевнено та кваліфіковано звітувати про них; - здобувач здатний спокійно та зосереджено слідувати методичним підходам до прикладних розрахунків; - здобувач здатний повною мірою контролювати результати власних зусиль та намагатися оптимально коригувати свої власні зусилля 	<p>75-89% – здобувач припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації</p> <p>60-74% – здобувач відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації</p> <p>менше 60% – здобувач нездатний самостійно здійснювати пошук та опрацювання методів та алгоритмів розв’язання задач, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної не сформовані навички самооцінки результатів навчання і навичок міжособистісної комунікації з прийняття допомоги з виправлення поточної ситуації не доброчесності при підготовці індивідуальних завдань та виконанні контрольних робіт</p>

VI ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

№ з/п	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання
1	Захист практичних робіт	- опитування за термінологічним матеріалом, що відповідає темі роботи; - оцінювання аргументованості звіту лабораторних завдань; - оцінювання активності участі у дискусіях
3	Модульна контрольна робота	- стандартизовані контрольні питання
Підсумковий контроль		- стандартизовані контрольні питання

VII РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Методи та засоби експериментальних досліджень : навч. посіб. / Г.Б. Параска, Д.В. Прибега, П.С. Майдан. – Київ : Кондор-Видавництво, 2017. – 138 с.
2. Горват А.А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019. – 160 с.:
3. Володарський Є.Т., Кошева Л.О. Статистична обробка даних: навч. посібник. – К.: НАУ, 2008. – 308 с
4. Засименко В. М. Основи теорії планування експерименту :Навчальний посібник для студентів напрямку "Метрологія, стандартизація і сертифікація" /Державний ун-т "Львівська політехніка". – Львів Видавництво ДУ "Львівська політехніка",2000. – 204с.
5. Богданов В. Л. Основи експериментальних методів механіки деформівного твердого тіла :навчальний посібник /В.Л. Богданов, Я.О. Жук, О.С. Богданова; Національна академія наук України/ – Київ :Академперіодика, 2016. – 278 с.
6. Стрижало В.О. Бородій М. В. Експериментальні методи в механіці деформівного твердого тіла /НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ – 2022.-306с.
7. Методи експериментальних досліджень у машинобудуванні: конспект лекцій [для здобувачів третього освітньо-наукового рівня вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», денної та заочної форм навчання] / [уклад.: Я.В. Васильченко]. – Краматорськ; Тернопіль : ДДМА, 2023. – 132 с.
8. Практичні роботи з дисципліни «Методи експериментальних досліджень у машинобудуванні» методичні вказівки [для здобувачів третього освітньо-наукового рівня вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», денної та заочної форм навчання] / [уклад.: Я.В. Васильченко]. – Краматорськ; Тернопіль : ДДМА, 2023. – 125 с.

Література додаткова

1. КанарчукВ.Є. Надійність машин. Підручник/В.Є. Конарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмирів.-К.:Либідь,2003.- 424с.

2. Власенко К. Теорія ймовірності та математична статистика. Навчальний посібник/К. Власенко, Н.Грудкіна, С. Шевцов, О. Чумак.-Краматорськ: ДДМА,2018.-165с.

3. Катренко А. В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації: Навч. посіб. - Львів: Новий світ-2000, 2003. - 424 с.

4. Шарапов О. Д., Дербенцев В. Д., Семьонов Д. Є. Системний аналіз: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисциплін. - К.: КНЕУ, 2003. - 154 с.

Інформаційні ресурси:

1. <https://www.youtube.com/@designandanalysisofexperim8991>
2. https://www.youtube.com/@Shady_Attia
3. <https://www.youtube.com/@RosaneRech>
4. <https://www.youtube.com/@bkrai>
5. <https://www.youtube.com/@safwafcds7240>

Додаток А

Питання для підготовки до контрольних робіт та екзамену з дисципліни «Методологія експериментальних досліджень в машинобудуванні»

1. Поняття наукового знання (знання, пізнання, поняття, мислення, наукова ідея, гіпотеза, закон, теорія, методологія).
2. Методи емпіричних досліджень (спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент).
3. Методи теоретичних досліджень (ідеалізація, метод формальної логіки, гіпотеза і пропозиція).
4. Теорія, вимоги, що висуваються до побудови нової теорії, єдність теорії і практики.
5. Вибір теми досліджень. Загальні відомості.
6. Обґрунтування актуальності теми досліджень.
7. Науково-технічна інформація і її аналіз.
8. Робота з літературою і складання огляду по темі.
9. Планування експерименту.
10. Планування багатofакторного експерименту.
11. Методи оптимізації при плануванні експерименту.
12. Статистичні методи обробки експериментальних даних.
13. Кореляційний аналіз результатів вимірювань.
14. Оцінити можливі напрямки автоматизації процесу дослідження технічних систем.
15. Представлення технічних систем для автоматичного схемотехнічного проектування і дослідження.
16. Надати приклади схем заміщення механічних систем з двополюсними компонентами.
17. Інтегральні змінні. Перетворення змінних.
18. Диференційні змінні. Перетворення змінних.
19. Принцип побудови вхідної мови описування схем. Блочноїєрархічне представлення.
20. Що таке експеримент в дослідницькій діяльності?
21. Які етапи необхідно реалізувати для проведення експерименту?
22. Які експерименти знаходять часте застосування в галузі машинобудування?
23. Що таке пошуковий, лабораторний, натурний, простий, складний, речовинний, модельний експеримент?
24. У чому полягає принципова відмінність однофакторного експерименту від багатofакторного?
25. Що таке технологічний експеримент?
26. Що повинен включати в себе план експерименту?

27. Яким статистичними вимогам повинні відповідати результати експериментальних досліджень
28. Викладіть методику визначення числа паралельних дослідів.
29. Для чого реалізують метрологічну оцінку засобів вимірювання?
30. Для чого робиться перевірка адекватності теоретичної залежності?
31. Що закладено в методику оцінки наявності промахів результатів вимірювання?
32. Як визначити розрахунковий критерій Фішера?
33. Виконання будь умови є підтвердженням адекватності теоретичної залежності?
34. Для чого оцінюють величину множинного коефіцієнта кореляції?
35. Якими методами вирішується нелінійна цільова функція?
36. Назвіть відомі Вам варіанти реалізації точкової апроксимації?
37. У чому полягає локальна лінійна апроксимація?
38. Як реалізують методику розв'язування задачі умовної багатовимірної оптимізації?

Додаток Б

Приклад розв'язання залікової задачі з дисципліни „Методологія наукових досліджень та організація науково-педагогічної діяльності”.

Приклад виконання контрольної роботи

Розглянемо розрахунок імовірнісних експлуатаційних характеристик ріжучого інструменту і перевірку відповідності статистичного і теоретичного розподілу періоду стійкості за критерієм Пірсона (χ^2), використовуючи для цього значення періоду стійкості токарних збірних різців $H \times B = 25 \times 25$ мм, оснащених твердим сплавом Т5К10.

Розрахунок виконують у такій послідовності.

1 Розташовують дані про період стійкості різців у варіаційний ряд (таблиця А.1).

Таблиця А.1 - Варіаційний ряд періоду стійкості

Номер испытаний i	Период стойкости τ_i , мин	Номер испытаний i	Период стойкости τ_i , мин	Номер испытаний i	Период стойкости τ_i , мин	Номер испытаний i	Период стойкости τ_i , мин
1	10	10	15	19	20	28	22
2	10	11	15	20	20	29	22
3	10	12	18	21	20	30	22
4	15	13	18	22	20	31	25
5	15	14	18	23	20	32	25
6	15	15	18	24	20	33	25
7	15	16	18	25	20	34	27
8	15	17	18	26	22		
9	15	18	18	27	22		

2 Варіаційний ряд розбивають на інтервали. Число інтервалів розраховують за формулою

$$I = 1 + 3.32 \lg n = 1 + 3.32 \lg 34 = 1 + 5 = 6, \quad (\text{A.1})$$

де $n = 34$ – кількість (обсяг) вихідних даних.

3 Розраховують середнє значення періоду стійкості

мин

(A.2)

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i = 18.47,$$

4 Розраховують середнє квадратичне відхилення періоду стійкості

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tau_i - T)^2}{n - 1}} = 4.24, \text{ хв} \quad (\text{A.3})$$

5 Розраховують коефіцієнт варіації періоду стійкості

$$V_\tau = \frac{\sigma_\tau}{T} = \frac{4.24}{18.47} = 0.23 \quad (\text{A.4})$$

6 Виходячи зі значень коефіцієнта варіації, приймаємо гіпотезу про нормальний закон розподілу періоду стійкості ($V_\tau \leq 0.33$).

7 Для перевірки гіпотези про нормальний закон розподілу необхідно розрахувати ймовірнісні експлуатаційні характеристики (показники надійності) різців: щільність розподілу $f(\tau)$, інтенсивність відмов $\lambda(\tau)$ і ймовірність безвідмовної роботи $P(\tau)$, яку потім використовують для розрахунку критерію χ^2 . Значення показників надійності розраховують для інтервалів часу від τ_j до τ_{j+1} :

$$\tau_{j+1} = \tau_j + \Delta\tau, \quad (\text{A.5})$$

де $\Delta\tau$ - величина інтервалу.

$$\Delta\tau = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{I}, \quad (\text{A.6})$$

де τ_{\max}, τ_{\min} - максимальне і мінімальне значення періоду стійкості з варіаційного ряду;

I кількість інтервалів.

У нашому випадку
$$\Delta\tau = \frac{27 - 10}{6} = 2.83.$$

Для зручності розрахунків приймаємо $\Delta\tau = 2.85$.

Дані розрахунків зручно звести в таблицю А.2, яка містить усі необхідні показники для перевірки за критерієм χ^2 .

8 Розраховують число відмов $m(\tau)$ за інтервал $\Delta\tau$, використовуючи для цього варіаційний ряд.

9 Розраховують статистичні значення $f(\tau), \lambda(\tau)$ та $P(\tau)$ (формули для розрахунку наведено в таблиці А.2).

10 Для кожного інтервалу розраховують теоретичні значення $f(\tau)$ за формулою

$$f(\tau) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\tau} e^{-\frac{(\tau-T)^2}{2\sigma_\tau^2}}, \quad (\text{A.7})$$

де T - середнє значення періоду стійкості для кожного інтервалу. Результати розрахунків заносять у таблицю А.2.

11 Для кожного інтервалу розраховують теоретичне значення $P(\tau)$ за формулою

$$P(\tau) = 0.5 \pm \Phi\left(\frac{T - \tau}{\sigma_\tau}\right), \quad (\text{A.8})$$

де $\Phi\left(\frac{T - \tau}{\sigma_\tau}\right)$ - функція Лапласа. Значення функції Лапласа наведено в таблиці 3.5;

T - значення періоду стійкості на початку кожного інтервалу. Результати розрахунків заносять у таблицю А.2.

12 Для кожного інтервалу розраховують теоретичне значення $\lambda(\tau)$ за формулою

$$f(\tau) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\tau \Phi\left(\frac{\tau-T}{\sigma_\tau}\right)} e^{\frac{-(\tau-T)^2}{2\sigma_\tau^2}} \quad \text{или} \quad \lambda(\tau) = \frac{f(\tau)}{P(\tau)} \quad (\text{A.9})$$

Результаты расчётов заносят в таблицу А.2.

13 Расчёт χ^2 Результаты розрахунків заносять у таблицю А.2.

13 Розрахунок χ^2 виконують за формулами, наведеними в стовпчиках 13...17 таблиці А.2.

Сума значень рядків стовпця 17 являє собою значення χ^2 .

14 Розрахункове значення χ^2 порівнюють із табличним $\chi^2_{\text{табл}}$. Розрахункове значення χ^2 не повинно бути більшим за табличне ($\chi^2 \leq \chi^2_{\text{табл}}$). Табличні значення χ^2 обирають із таблиці 3.7 за числа ступенів свободи, яке розраховують за формулою

$$f = I - r - 1, \quad (\text{A.10})$$

де I - число інтервалів;

r - число параметрів закону розподілу.

У нашому випадку $f = 6 - 2 - 1 = 3$

Табличне значення $\chi^2_{\text{табл}} = 7,81$ при рівні значущості $\alpha = 0.05$.

Таким чином, гіпотезу про відповідність статистичного і теоретичного розподілу нормальному закону обрано правильно ($1,94 < 7,81$).

15 За результатами розрахунків будують графіки $f(\tau)$, $\lambda(\tau)$ и $P(\tau)$ для статистичного і теоретичного розподілів (рис. А.1...А.3).

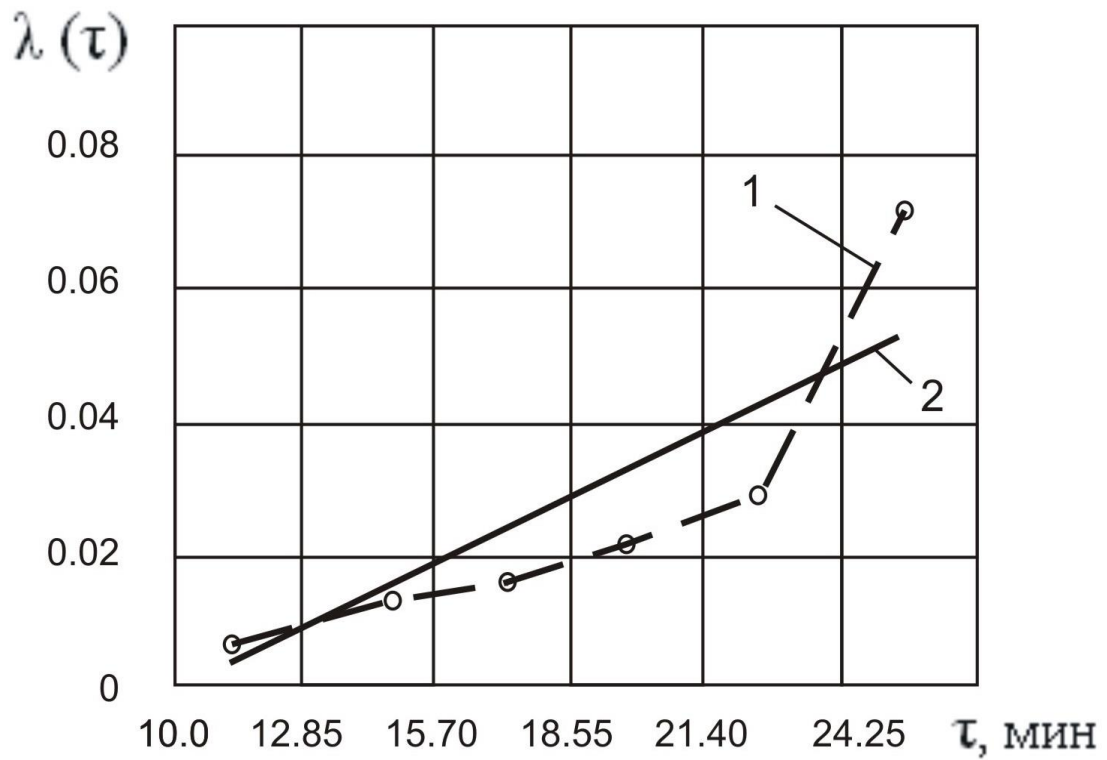
16 Під час перевірки відповідності статистичного і теоретичного розподілу за критерієм Колмогорова (λ_n) знаходять максимальне відхилення ймовірності безвідмовної роботи для статистичного і теоретичного розподілу

$$D_n = \max |P(\tau)_{\text{н\ddot{o}\ddot{a}\ddot{o}} - P(\tau)_{\text{\ddot{o}\ddot{a}\ddot{i}\ddot{o}}} | = |0.6765 - 0.7459| = 0.0694 . \quad (\text{A.11})$$

17 Розраховують значення критерію Колмогорова

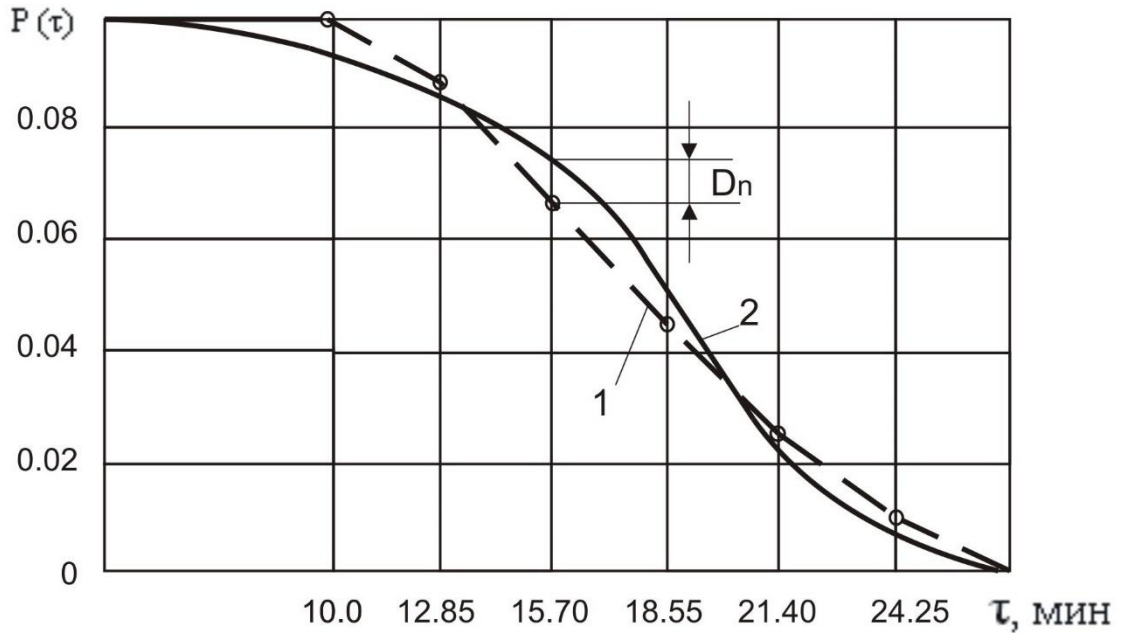
$$\lambda_n = D_n \sqrt{n} = 0.0694 \sqrt{34} = 0.4 \quad (\text{A.12})$$

За таблицею 3.8 для кожного отриманого значення (λ_n) знаходимо $P(\tau) = 0.997$. Це означає, що статистичний і теоретичний розподіл узгоджуються з імовірністю 0.997.



1 - статистичний розподіл; 2 - теоретичний розподіл

Рисунок А.1 - Щільність розподілу періоду стійкості



1 - статичний розподіл; 2 - теоретичний розподіл

Рисунок А.3 - Імовірність безвідмовної роботи

Таблиця А.2 - Імовірнісні експлуатаційні характеристики різального інструменту.
Перевірка статистичного та теоретичного розподілу за критерієм Пірсона (χ^2)

Номер інтервалу j	Межа інтервалу $\Delta t = t_{j+1} - t_j$		Число відмов за інтервал Δt	Число працездатних інструментів в у момент часу t_j	Середнє число працездатних інструментів	Щільність розподілу $f(t)$		Інтенсивність відмов $\lambda(t)$		Імовірність безвідмовної роботи $P(t)$		До перевірки відповідності статистичного та теоретичного розподілу за критерієм Пірсона					
	t_j	t_{j+1}	$m(t)$	$n(t)$	$(n_j + n_{j+1})/2$	$m(t)/n\Delta t$	Теоретична	$2 m(t) / (n_j + n_{j+1})\Delta t$	Теоретична	$n(t)/n$	Теоретична	$\Delta P(t) = P(t_j) - P(t_{j+1})$	$n\Delta P(t)$	$m(t) - n\Delta P(t)$	$[m(t) - n\Delta P(t)]^2$	$[m(t) - n\Delta P(t)]^2 / [n\Delta P(t)]$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	10,00	12,85	3	34	32,5	0,0311	0,0236	0,0326	0,0247	1,0000	1,0000	0,0917	-3,1178	-0,1178	0,0139	0,0044	
2	12,85	15,70	8	31	27,0	0,0830	0,0573	0,1040	0,0682	0,9118	0,9083	0,1624	5,5216	2,4784	6,1425	1,1124	
3	15,70	18,55	7	23	19,5	0,0727	0,0892	0,1267	0,1420	0,6765	0,7459	0,2487	8,4558	-1,4558	2,1194	0,2506	
4	18,55	21,40	7	16	12,5	0,0727	0,0788	0,1967	0,2424	0,4706	0,4972	0,2476	8,4184	-1,4181	2,0118	0,2390	
5	21,40	24,25	5	9	6,5	0,0519	0,0565	0,2715	0,3618	0,2647	0,2496	0,1602	5,4468	-0,4468	0,1996	0,0366	
6	24,25	27,10	4	4	2,0	0,0415	0,0230	0,7059	0,4937	0,1176	0,0894	0,0894	3,0396	0,9604	0,9224	0,3034	
Обсяг даних $n=34$						Коефіцієнт варіації $V_t=0,23$			Число параметрів закону розподілу $r=2$			Критерій $\chi^2 =$					$\Sigma = 1,9434$
Середнє значення $T=18,47$			Середнє квадратичне відхилення $\sigma_t=4,24$			Параметри закону: $T=18,47; \sigma_t=4,24$			$f=j-r-1=3$								
Теоретичний розподіл - нормальний																	