

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра комп'ютеризованих мехатронних систем інструменту і технологій

Затверджую:

Декан факультету машинобудування

 Красовський С. С.

« » _____ 2018 р.

Гарант освітньої програми:

доктор техн. наук, професор

 Ковальов В. Д.

« » _____ 2018 р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри

комп'ютеризованих мехатронних

систем інструменту і технологій

Протокол № 1 від 28 серпня 2018 р.

Завідувач кафедри

 Васильченко Я. В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Моделювання та оптимізація технологічних систем»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОПП (ОНП) «Галузеве машинобудування»

Професійне (наукове) спрямування «Комп'ютеризовані мехатронні верстати та системи», «Комп'ютерно-інтегровані технології інструментального виробництва», «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»

Факультет машинобудування

Розробник: Васильченко Я. В., зав. кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту і технологій, докт. техн. наук, доцент

Краматорськ – 2018 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Показники		Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
			денна	заочна	
Кількість кредитів		Галузь знань: 13 «Механічна інженерія». Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування». ОПП (ОНП): «Галузеве машинобудування»	Дисципліна вільного вибору		
6,0					
Загальна кількість годин					
180					
Модулів – 1		Професійні спрямування: <u>«Комп'ютеризовані мехатронні верстати та системи»</u> ; <u>«Комп'ютерно-інтегровані технології інструментального виробництва»</u> , <u>наукове спрямування «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»</u>	Рік підготовки		
Змістових модулів – 4			1	1	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)			Семестр		
			2а	2	
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента - 12		Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>		30	6
				Лабораторні/ Практичні	
				20/10	2/4
				Самостійна робота	
				120	123
				Вид контролю	
іспит	іспит				

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання - 60/120

2. Загальні відомості, мета і завдання дисципліни

Дисципліна «Моделювання та оптимізація технологічних систем» належить до дисциплін з циклу професійної підготовки магістра (вибіркова). Дана дисципліна відноситься до вибіркової і надає можливість майбутнім магістрам набути фахових знань, необхідних в подальшій самостійній інженерній діяльності для вирішення задач конструювання металорізальних верстатів та різальних інструментів і грамотного обґрунтування запропонованих конструктивних рішень, а також оптимізації процесу обробки матеріалів. В структурно - логічній схемі освітньої програми дисципліна має зв'язок з такими дисциплінами: «Вища математика», «Прикладна математика», «Теорія різання», «Різальний

інструмент», «Обладнання та транспорт механообробних цехів»

Предметом дисципліни є методи побудови математичних моделей об'єктів і процесів, методи аналізу їх динаміки і комп'ютерні засоби побудови імітаційних моделей об'єктів і процесів в металорізальних технологічних системах .

Метою дисципліни є формування комплексу професійних знань, необхідних для практичної діяльності зв'язаної з використанням методів математичного моделювання при проектуванні, дослідженні та експлуатації металорізальних верстатів, різальних інструментів та технологічних процесів. Вміння ставити задачі математичного моделювання, обирати методи їх розв'язання, інтерпретувати результати моделювання та використовувати їх для теоретичних та експериментальних робіт.

Завдання викладання дисципліни - придбання знань про типи математичних моделей, методи математичного моделювання та методи наукових досліджень; вивчення основ математичного моделювання, методів оптимізації, ідентифікації та симуляції процесів різання та різальних інструментів.

Вивчення дисципліни ведеться в 2а триместрі. В програмі передбачені лекції, лабораторні, практичні заняття та самостійна робота, а також виконання контрольної роботи.

Знання, отримані при вивченні дисципліни «Моделювання та оптимізація технологічних систем» використовується при виконанні випускних магістерських робіт.

3. Програма та структура навчальної дисципліни Денна форма навчання

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лекції	4	4	4	4	4	4	4	2	
Пр. роботи	2		2		2		2		2
Лаб.роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Сам. робота	24	12	12	12	12	12	12	12	12
Консультації									К
Контр. роботи									
Модулі	M1								
Контроль по модулю									K1

Заочна форма навчання

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лекції	6								
Пр. роботи	4								

Лаб.роботи	2								
Сам. робота	4	10	10	10	10	10	10	10	
Консультації									К
Контр. роботи									
Модулі	М1								
Контроль по модулю									К1

ВК – вхідний контроль; ПР - захист практичної роботи; К1– письмова контрольна робота; ЗСР – захист самостійної роботи; К – консультація; А – атестація.

4 Лекції

Модуль 1

Лекція 1. Математичне моделювання та сучасні інформаційні технології

Інформаційне середовище технічних систем. Роль і місце математичного моделювання в інформаційних технологіях. Задачі досліджень технічних систем. Методи моделювання технічних систем. Класифікаційні ознаки методів моделювання технічних систем. Математичне моделювання технічних систем. Імітаційне моделювання технічних систем.

СРС: Інші види моделювання технічних систем. Використання результатів математичного моделювання.

Література: [1] с. 9-36; [19] с. 12-36.

Контрольні питання:

1. Які етапи включає життєвий цикл технічної системи?
2. Які основні вимоги PLM-рішень до технічних систем?
3. Що розуміють під концепцією PLM-рішень?
4. Що називається математичною схемою?
5. Які типові схеми використовуються під час моделювання технічних систем?
6. Які умови та особливості використання під час розробки моделей систем різних типових схем?
7. Що називається синтезом технічних систем?
8. У чому полягає суть системного аналізу?
9. Які є методи моделювання систем?
10. У чому суть імітаційного моделювання?
11. Що називається математичним моделюванням?
12. Як використовуються результати математичного моделювання?

Лекція 2. Технологічна система як об'єкт моделювання

Поняття про термін “технологічна система”. Моделі технологічних систем. Об'єкт моделювання – технологічна система. Аналіз та класифікація факторів при моделюванні технологічних систем.

СРС: Властивості факторів. Методи відбору факторів експериментів
Література: [1] с. 38-66.

Контрольні питання:

1. Дайте визначення поняття «елемент технологічної системи».
2. Поняття структури системи?
3. За якими характеристиками класифікується структура системи?
4. Як називають спосіб організації елементів у системі з певними властивостями та визначенням між ними взаємозв'язків?
5. Як називають цілісний об'єкт (множина взаємопов'язаних об'єктів), у рамках якого визначено його функціональне призначення, сформульовано цілі, поставлені перед системою та визначено показник якості її функціонування, що кількісно визначає ціль функціонування?
6. Якими параметрами характеризується технологічна система, як об'єкт моделювання,?
7. Як називають процес зображення об'єкта дослідження подібною до нього моделлю і виконання експериментів з нею для одержання інформації про об'єкт дослідження?
8. Як називають модель, яка виявляє причинно-наслідкові зв'язки, притаманні досліджуваному об'єкту, істотні в межах певного дослідження?
9. Граничні значення, які накладаються на параметри функціонування технічної системи
10. Засіб впливу на об'єкт дослідження, тобто змінну величину, яка вимірюється та набуває визначеного значення у певний момент часу
11. Основні методи проведення експериментів відсіювання.

Лекція 3. Математичні моделі технічних систем.

Класифікація математичних моделей. Вимоги до математичних моделей. Структурні елементи математичних моделей. Параметри математичної моделі. Системний підхід до розробки та аналізу математичної моделі.

СРС: Властивості факторів. Методи відбору факторів експериментів.
Приклади розробки математичних моделей
Література: [1] с. 67-86.

Контрольні питання:

1. Які математичні моделі виробничого процесу описують такі технологічні системи як ділянки, цехи та підприємство в цілому?
2. Як підрозділяють математичні моделі за способом представлення властивостей об'єкту?

3. Точність математичної моделі?
4. Як називають прийнятий показник міри ефективності досліджуваної технічної системи, величина якого при екстремальному значенні цільової функції (максимальному чи мінімальному) визначає оптимальне рішення для заданих умов тобто оптимальне значення змінних параметрів моделі?
5. Як називають зручне візуальне сприйняття моделі користувачем
6. Функція, яка зв'язує критерій оптимальності зі змінними та постійними параметрами
7. Найбільш розповсюджені техніко-економічними показниками технологічної системи
8. Поняття системного аналізу.
9. Які принципи системного підходу необхідно враховувати при розробці та аналізі математичної моделі ?

Лекція 4. Загальна методика математичного моделювання технічних систем

Способи організації процесу математичного моделювання. Послідовність математичного моделювання. Постановка задачі. Розробка концептуальної математичної моделі технічної системи. Алгоритмізація математичної моделі технічної системи та комп'ютерне моделювання. Експериментальна перевірка та оптимізаційні експерименти.

СРС: Отримання та представлення результатів моделювання

Література: [1] с. 87-124.

Контрольні питання:

1. Способи організації процесу математичного моделювання?
2. Послідовність математичного моделювання
3. Як здійснюється постановка задачі математичного моделювання?
4. Розробка концептуальної математичної моделі технічної системи?
5. Правила алгоритмізації математичної моделі технічної системи та комп'ютерного моделювання.
6. Методи експериментальної перевірки та оптимізаційних експериментів.

Лекція 5. Синтез та оптимізація технологічних систем.

Задачі синтезу технічних систем. Формалізоване представлення процесу синтезу проектних варіантів технічної. Оптимізація процесу синтезу технічних систем. Метод оптимального синтезу проектних варіантів технічної системи.

Література: [1] с. 132-153; [14] с. 510-520.

Контрольні питання:

- 1 Наведіть задачі синтезу технічних систем.
- 2 Що таке формалізоване представлення процесу синтезу проектних варіантів технічної?

3 Що таке оптимізація процесу синтезу технічних систем?

4 Які існують методи оптимального синтезу проектних варіантів технічної системи?

Лекція 6. Інформаційні системи та комп'ютерні програми моделювання технічних систем

Сучасні пакети прикладних програм математичного моделювання.

САЕ-системи комп'ютерного моделювання. Функціональне моделювання технічних процесів.

СРС: Ефективність використання інформаційних систем

Література: [1] с. 154-195; [5] с. 9-26; 120-140; [12] с. 59-73.

Контрольні питання:

1 Які є сучасні пакети прикладних програм математичного моделювання?

2 Розрахункові схеми САЕ-систем комп'ютерного моделювання.

3 Приклади САЕ-систем комп'ютерного моделювання.

4 Функціональне моделювання технічних процесів?

Лекція 7. Моделювання дискретних об'єктів і процесів

Множини та їх властивості. Використання множин для моделювання технічних систем. Графи. Використання графів для моделювання технічних систем. Моделювання технічних систем з використанням теорії графів.

СРС: Типові завдання, які використовують елементи дискретної математики. Моделювання технічних систем і взаємозв'язку між ними і їх елементами. Завдання визначення найкоротшого шляху на графі (завдання про розміщення обладнання, мінімальної вартості транспортування, найбільшою пропускною спроможністю транспортної мережі).

Література: [2], с. 72...74; с. 92...94; с. 210...212.

Контрольні питання:

1. Який граф називається орієнтованим?

2. Що називається маршрутом в графі?

3. Що називається коренем графа?

4. Що називається локальною ступенем вершин графа?

5. Чи є конструкторський граф орієнтованим?

6. Який граф описує технологічні розмірні зв'язку?

Лекція 8. Моделювання з використанням елементів теорії ймовірностей.

Використання теорії ймовірності при оцінці надійності. Надійність елемента технічної системи. Щільність розподілу часу безвідмовної роботи. Експонентний закон надійності. Інтенсивність відмов. Експонентний закон відновлення. Інтенсивність відновлення, випробування на надійність. Загальні методи оцінки показників надійності за результатами випробувань.

СРС: Статистичні дослідження в задачах оцінки точності. Теорія ймовірностей при оцінці надійності технічних систем. планування експерименту

Література: [2], с.48...49; с. 81...83; [6], с.1974...205

Контрольні питання

1. На які види діляться похибки, що виникають при обробці заготовок?
2. За рахунок чого виникають випадкові похибки при обробці?
3. Яким законом описується розподіл дійсних розмірів заготовок на налаштованих верстатах?
4. Як визначається запас по точності?
5. Яким способом визначається кількість бракованих деталей при обробці?
6. Як виходить модель для оцінки надійності роботи технічних систем?
7. Які періоди виділяються в залежності, яка описує зміну інтенсивності відмов роботи об'єктів?
8. З якою метою використовується критерій згоди??

5. Лабораторні роботи

Лабораторна робота 1. Отримання математичної моделі залежності температури різання від елементів режиму різання

Мета роботи - отримати математичну модель залежності температури різання від елементів режиму різання з використанням повного факторного експерименту типу 2^3

Порядок виконання роботи

1. Вивчити схему вимірювання температури при різанні.
2. Встановити незалежні фактори та рівні їх змін
3. Побудувати матрицю ПФЕ.
4. Визначити результати розрахунків коефіцієнтів регресії; дисперсії, що характеризують помилку досвіду і перевірку однорідності дисперсій за критерієм Кохрена.
5. Визначити результати перевірки значущості коефіцієнтів регресії за критерієм Стьюдента.
6. Визначити результати перевірки адекватності математичної моделі.
7. Математична модель.

Контрольні питання

1. У чому особливості повного фактичного експерименту.
2. Назвіть вимоги до параметру оптимізації Y .
3. Як вибирають незалежні чинники і рівні їх зміни.
4. Як визначають мінімальну кількість дослідів при повному фактичному експерименті?
5. З якою метою виконують повторні дослідів?
6. Як будують матриці повного фактичного експерименту?
7. З якою метою виконують перевірку однорідності експерименту?
8. Як і за яким критерієм перевіряють однорідність дисперсій?

9. За яким критерієм перевіряють значущість коефіцієнтів регресії?
10. Що характеризує дисперсія адекватності?
11. Як здійснюють перевірку адекватності математичної моделі?

Лабораторна робота 2. Дослідження зносостійкості різних матеріалів моделюванням процесу зносу

Мета роботи: отримати залежності зносостійкості різних матеріалів від часу прикладання навантаження і величини навантаження при моделюванні процесу зносу.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити конструкцію приладу ЕХО-1 і методики отримання відбитку на контртіло;
2. Виконати дві серії дослідів: при постійному та при змінному навантаженні;
3. Розрахувати:
 - середнє значення діаметра відбитка;
 - коефіцієнти варіації діаметрів відбитків для різних матеріалів і умов випробувань;
4. Побудувати графіки залежностей середніх діаметрів відбитків від часу прикладання навантаження і величини прикладеного навантаження.
5. Висновки

Контрольні питання

- 1 Назвіть переваги моделювання процесу зношування перед його оцінкою в процесі різання.
- 2 Назвіть призначення і принцип роботи приладу ЕХО-1.
- 3 Як здійснюють вимірювання діаметрів відбитків.
- 4 Чому при оцінці значень діаметрів виконують повторні досліді?
- 5 Чи дозволяє метод моделювання процесу зношування оцінити зносостійкість інструментів або інших об'єктів?
- 6 Назвіть недоліки моделювання процесу зношування перед оцінкою зносу в процесі різання.

Лабораторна робота 3. Отримання математичних моделей залежності зносу зразків від величини і часу прикладання навантаження

Мета роботи: отримати математичні моделі залежності зносу зразків зі сталі Р6М5 і зразків зі сталі Р6М5 зміцнених імпульсним магнітним полем (Р6М5+ОІМП) від величини і часу прикладання навантаження з використанням повного факторного експерименту типу 2^2 .

Порядок виконання роботи

1. Привести ПФЕ типу 2^2 з метою отримання математичної моделі залежності зносу від часу прикладання і величини навантаження;
2. Для кожної змінної (фактора) вибрати два рівня її вимірювання: верхній (+1) і нижній (-1). Кожному фактору привласнити відповідне кодове значення;
3. Побудувати матриці ПФЕ для зразків зі сталі Р6М5 і (Р6М5+ОІМП)
4. Отримати математичну модель зносу зразків від величини і часу прикладання навантаження;
5. Розрахувати коефіцієнти регресії;
6. Розрахувати дисперсію, що характеризує похибку досліду;
7. Розрахувати дисперсію параметра оптимізації;
8. Провести оцінку однорідності дисперсій по $G_{кр}$. Кохрена;
9. Провести перевірку значущості коефіцієнтів регресії за критерієм Стьюдента;
10. Виконати перевірку адекватності математичних моделей;
11. Виконати математичні моделі зносу для різних зразків;
12. Зробити висновки.

Контрольні питання

- 1 Назвіть можливості методу моделювання процесу зносу і рекомендовані області його застосування.
- 2 Назвіть порядок отримання математичних моделей методом ПФЕ.
- 3 Що характеризує адекватність математичні моделі і за яким критерієм її перевіряють?
- 4 Як визначають області зміни незалежних факторів τ і P ?
- 5 Назвіть відмінності математичних моделей зносу для різних видів зразків.
Чи дозволяє метод моделювання процесу зношування отримати адекватні моделі при різних фізико-механічні властивості досліджуваних зразків?

Лабораторна робота 4. Побудова однофакторних регресійних моделей в додатку Microsoft Office Excel

Мета роботи: За наведеними даними отримати лінійну модель виду $y = b_0 + b_1x$ або ступеневу виду $y = ax^b$, оцінити коефіцієнти моделі і перевірити їхню значимість за критерієм Стьюдента. Перевірити отриману модель на адекватність за критерієм Фішера. За отриманою моделі розрахувати значення y і визначити максимальний відсоток помилки прогнозування y .

Порядок виконання роботи

1. При побудові лінійної залежності $y = b_0 + b_1x$ використати задані значення x і y , при побудові статечної залежності $y = ax^b$ використовують їх логарифми ($\ln x$ і $\ln y$);
2. Математичні моделі отримати в такій послідовності (див. 1.3.1):

- Перевірити установку пакету аналізу в Excel.
- Ввести вихідні дані. Побудувати кореляційне поле;
- Знайти основні числові характеристики;
- Визначити тісноту лінійного зв'язку за коефіцієнтом кореляції;
- Визначити параметри регресійної моделі. Побудувати лінійну модель $y = b_0 + b_1x$ або ступеневу $y = ax^b$. Визначити загальну якість моделі за коефіцієнтом детермінації R^2 . Перевірити модель на адекватність за критерієм Фішера. Всі подальші розрахунки виконати тільки за умови адекватності моделі вихідним даним. Перевірити статистичну значущість коефіцієнтів моделі;
- За отриманою моделі розраховують значення показника u для всіх точок вибірки. Знаходять полуширину довірчого інтервалу. Розраховують довірчий інтервал для всіх точок вибірки;
- Побудувати довірчу область;
- Розрахувати максимальне значення відсотка помилки прогнозування;
- Використовуючи вихідні дані і результати аналізу, зробити висновок про адекватність отриманих моделей і можливості їх використання для прогнозування;

Контрольні питання

- 1 Визначення моделі.
- 2 Назвіть основні види регресійних моделей.
- 3 Що характеризує коефіцієнт кореляції?
- 4 Назвіть послідовність дій для побудови моделі в додатку Excel for Windows.
- 5 За яким критерієм перевіряють якість моделі?
- 6 Що означає адекватність моделі і за допомогою якого критерію її перевіряють?
- 7 Як оцінюють точність прогнозу по отриманій моделі?

Лабораторна робота 5. Побудова лінійної багатofакторної моделі в додатку Microsoft Office Excel

Мета роботи: За наведеними даними отримати лінійну модель виду $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$, Оцінити коефіцієнти моделі і перевірити їхню значимість за критерієм Стюдента. Перевірити отриману модель на адекватність за критерієм Фішера. За отриманою моделі розрахувати значення u і визначити максимальний відсоток помилки прогнозування u .

Порядок виконання роботи

Математичні моделі виконати в такій послідовності (див. 1.3.3):

1. Перевірити установку пакету аналізу в Excel;
2. Ввести вихідні дані;
3. Знайти основні числові характеристики;

4. Визначити параметри регресійної моделі. Побудувати лінійну модель $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$. Визначити тісноту лінійного зв'язку по множинному коефіцієнту кореляції. Визначити загальну якість моделі за коефіцієнтом детермінації R^2 . Перевірити модель на адекватність за критерієм Фішера. Всі подальші розрахунки виконати тільки за умови адекватності моделі вихідним даним. Перевірити статистичну значущість коефіцієнтів моделі. За отриманою моделі розрахувати значення показника y для всіх точок вибірки.

5. Використовуючи вихідні дані і результати аналізу, зробити висновок про адекватність отриманої моделі і можливості її використання для прогнозування.

Контрольні питання

- 1 Поняття багатофакторної моделі.
- 2 Що характеризує множинний коефіцієнт кореляції?
- 3 Назвіть послідовність дій для побудови багатофакторної моделі в додатку Excel for Windows.
- 4 За яким критерієм перевіряють загальну якість моделі?
- 5 Що таке адекватність моделі і за допомогою якого критерію її перевіряють?

5. Практичні роботи

Практична робота 1. Моделювання процесу різання методом лінійного програмування.

Мета роботи: для заданих умов обробки вибрати оптимальний режим різання, що забезпечує максимальну продуктивність механічної обробки. Виконати геометричну інтерпретацію математичної моделі оптимального режиму різання.

Порядок виконання роботи

1. Виконати розрахунок оптимального режиму різання;
2. Записати результати розрахунку обмежень;
3. Виконати математичну модель оптимального режиму різання;
4. Виконати геометричну інтерпретацію математичної моделі оптимального режиму різання;
5. Записати чисельні значення оптимального режиму різання.

Контрольні питання

1. Що таке оптимальний режим різання при лінійному програмуванні?
2. Які обмеження використовують при виборі оптимального режиму різання?
3. Що прийнято за оцінку функцію при виборі оптимального режиму різання методом лінійного програмування?
4. Чому програмування вважають лінійним?

5. Які технологічні обмеження використовують при виборі оптимального режиму різання?

6. Як здійснюють геометричну інтерпретацію математичної моделі оптимального режиму різання?

7. Як визначають оптимальні значення елементів режиму різання?

Практична робота 2. Дослідження імовірнісних експлуатаційних характеристик різальних інструментів

Мета роботи: для заданих значень періоду стійкості різального інструменту визначити статистичні значення показників його надійності, передбачуваний закон розподілу періоду стійкості і зробити висновок про якість інструменту.

Порядок виконання роботи

1. Здійснити статистичну оцінку показників надійності інструменту;
2. Варіаційний ряд розбити на інтервали;
3. Визначити середнє значення періоду стійкості;
4. Розрахувати середнє квадратичне відхилення періоду стійкості;
5. Розрахувати коефіцієнт варіації періоду стійкості;
6. Для попереднього визначення закону розподілу періоду стійкості використати розрахункові значення коефіцієнтів варіації;
7. Розрахувати значення показників надійності різального інструменту;
8. Визначити щільність розподілу періоду стійкості;
9. Визначити імовірність безвідмовної роботи;
10. Визначити інтенсивність відмов;
11. Побудувати графіки зміни під час розрахованих показників надійності.
- 12.

Контрольні питання

1. Що характеризує математичне очікування дискретної випадкової величини?
2. Що характеризує дисперсія випадкової величини?
3. Що характеризує середнє квадратичне відхилення випадкової величини?
4. Чому дорівнює і що характеризує коефіцієнт варіації?
5. Для чого використовують коефіцієнт варіації?
6. Як визначають кількість інтервалів, на яке розбивають варіаційний ряд?
7. Назвіть функції розподілу випадкових величин.
8. Назвіть показники надійності різального інструменту.

Практична робота 3. Визначення закону розподілу періоду стійкості при малих обсягах випробувань

Мета роботи: для заданих значень періоду стійкості визначити передбачуваний закон розподілу. Побудувати статистичну криву щільності розподілу періоду стійкості. Перевірити відповідність статистичного розподілу теоретичному за критерієм Шапіро.

Порядок виконання роботи

1. Визначити за результатами випробувань закон розподілу періоду стійкості інструменту. Для цього розрахувати середнє значення періоду стійкості;
- 2 Розрахувати коефіцієнт варіації періоду стійкості;
- 3 Розрахувати статистичні значення щільності розподілу періоду стійкості;
- 4.Перевірити відповідність статистичного розподілу теоретичному за критерієм Шапіро.
5. Розрахувати W - критерій;
6. Порівняти розраховане значення W з табличним;
7. Перевірити, чи знаходиться розраховане значення WE поза довірчих інтервалів. Результати перевірки записати;
- 8.Висновки.

Контрольні питання

1. Які критерії згоди використовують для перевірки відповідності статистического розподілу теоретичному?
2. В яких випадках використовують критерії Пірсона і Колмогорова?
3. В яких випадках використовують критерій Шапіро?
4. Які показники надійності використовують при перевірці по критеріям Пірсона і Колмогорова?
5. Назвіть порядок розрахунку критерію Шапіро;
- 6 Від чого залежать постійні коефіцієнти an при розрахунку критерію Шапіро;
7. Назвіть недолік критерію Шапіро.

Практична робота 4. Отримання математичних моделей методом повного факторного експерименту.

Мета роботи: побудувати матрицю повного факторного експерименту (ПФЕ), визначити коефіцієнти математичної моделі, записати рівняння регресії, перевірити адекватність математичної моделі.

Порядок виконання роботи

1. Використовуючи таблицю, побудувати матрицю повного факторного експерименту;
2. Визначити рівняння регресії;
3. Визначити дисперсію, яка характеризує похибку досліду;
4. Визначають дисперсію параметра оптимізації;
5. Виконати перевірку однорідності дисперсій за критерієм $G_{кр}$ Кохрена;
6. Розрахувати дисперсію коефіцієнта регресії;
7. Перевірити значущості коефіцієнтів регресії за критерієм Стьюдента;
9. Розраховати значення U_{vad} .
10. Розрахувати дисперсію адекватності;
- 11.Перевірка адекватність отриманої математичної моделі за критерієм Фішера

Контрольні питання

- 1 Що називають параметром оптимізації при повному факторному експерименті (ПФЕ)?
- 2 Що називають факторами при ПФЕ? Як вибирають інтервали вимірювання факторів?
- 3 Що називають повним факторним експериментом?
- 4 Як визначають мінімальну кількість дослідів при ПФЕ?
- 5 Назвіть основні принципи побудови матриць ПФЕ.
- 6 Які властивості має матриця ПФЕ?
- 7 Як розраховують коефіцієнти регресії?
- 8 Як визначають дисперсію, що характеризує похибку дослідів?
- 9 Як перевіряють однорідність дисперсії?
- 10 Як перевіряють значущість коефіцієнтів регресії?
- 11 Як перевіряють адекватність моделі?

Практична робота 5. Отримання математичних моделей методом теорії кореляції.

Мета роботи: для заданих значень x і y отримати залежність $y=f(x)$ методом кореляційного аналізу. Розрахувати коефіцієнт парної кореляції і коефіцієнти кореляційного рівняння. Записати кореляційне рівняння, визначити точність прогнозування y за отриманим рівнянням.

Порядок виконання роботи

1. Розрахувати коефіцієнт парної кореляції;
2. Перевірити значимість коефіцієнта кореляції за критерієм Стюдента;
3. Записати кореляційне рівняння та розрахувати вільний член рівняння;
4. Побудувати графіки для перевірки точності прогнозування;
5. Результати розрахунку коефіцієнтів b_0 і b_1 кореляційного рівняння.
6. Визначити результати оцінки точності прогнозування y за отриманим рівнянням;
7. Висновки.

Контрольні питання

- 1 Що називають кореляцією?
- 2 Як визначають коефіцієнт кореляції?
- 3 Що характеризує коефіцієнт кореляції?
- 4 Як використовують коефіцієнт кореляції для розрахунку коефіцієнтів кореляційного рівняння?
- 5 Як перевіряють значущість коефіцієнта кореляції?

Розрахунково-графічна робота (РГР)
Дослідження імовірнісних експлуатаційних характеристик різальних інструментів. Перевірка відповідності статистичного і теоретичного розподілу по критерієм Пірсона і Колмогорова

Порядок виконання роботи

1. Для заданих значень періоду стійкості інструменту побудувати варіаційний ряд;
2. Варіаційний ряд розбити на інтервали;
3. Визначити середнє значення періоду стійкості;
4. Розрахувати середнє квадратичне відхилення періоду стійкості;
5. Розрахувати коефіцієнт варіації періоду стійкості;
6. Розрахувати показники щільності розподілу, інтенсивності відмов і імовірності безвідмовної роботи;
7. Попередньо визначити закон розподілу періоду стійкості;
8. Визначити показники надійності для нормального закону розподілу;
9. Визначити показники надійності для закону Вейбулла – Гнеденко;
10. Визначити показники надійності для експоненціального закону розподілу;
11. Перевірка відповідності статистичного розподілу теоретичному за критерієм Пірсона (χ^2);
12. Перевірка відповідності статистичного розподілу теоретичному за критерієм Колмогорова (λ_n).

5. Контрольні роботи та тести

Методологічні основи тестування в навчальному процесі

Застосування тестів дозволяє активізувати всі форми навчального процесу і підтримувати зворотний зв'язок викладача зі студентами. Крім того, тестування дає змогу студентам виробляти самооцінку своїх знань у період навчання, ще до початку залікової та екзаменаційної сесії.

За допомогою навчальних та контрольних тестів доцільно перевіряти наступні аспекти виучуваної дисципліни:

- засвоєння технічної термінології і її використання у повсякденній інженерній практиці, в тому числі й у відповідях на контрольні питання;
- засвоєння основних аналітичних та емпіричних залежностей, використовуваних при розробленні й експлуатації машин;
- рівень розуміння принципів роботи машин і обладнання, взаємодії вузлів та механізмів, їх функціональне призначення, характер руху робочих органів, їх взаємодії з оброблювальним середовищем, що при відповідях на питання може відображатися у вигляді конструктивних схем з вказанням і найменуванням позиції вузлів і деталей;
- уміння розв'язувати окремі практичні питання при експлуатації машин і т.п.

Вступний контроль знань із загальноінженерних дисциплін для оцінки загальної підготовленості студентів до сприйняття спеціальної дисципліни проводиться один раз на першому практичному (лабораторному) занятті, якому відводиться дві академічні години.

Поточний контроль якості здобутих знань і вмінь може здійснюватися двома методами:

по-перше, шляхом проведення коротких (до 10 хвилин) письмових опитувань за допомогою індивідуальних білетів, які включають 1 - 2 конкретні запитання із певної теми на початку кожного і лабораторного або практичного заняття. Відповіді оцінюються за чотирибальною системою і виставляються в журнал академгрупи. Незадовільні оцінки повинні бути виправлені впродовж тижня в години, відведені для консультацій за сіткою розкладу з даної дисципліни;

по-друге, з метою підвищення ефективності лекційних занять шляхом експрес-опитування з теми лекції, коли весь склад академічного потоку або групи письмово відповідає на одне загальне усне запитання лектора, задане з теми лекції, але в дещо іншій площині за 5 хвилин до дзвоника на перерву. При цьому важливо попередити студентів, що, виходячи з аудиторії, кожний персонально кладе свою роботу на стіл викладачеві протягом не більш ніж 2 хвилини, поки він розписується в журналах академгрупи. Оцінки експрес - опитувань також виставляються в журналах і служать одночасно перевіркою відвідування занять без переклички, яка займає багато часу.

Далі наведено приклад контрольної (екзаменаційної) роботи з дисципліни.

6. Критерії оцінювання контрольних заходів з дисципліни

Рейтингова система оцінювання дисципліни «Моделювання та оптимізація технологічних систем»

№ КТ	Форма контролю	Модуль	Неділя	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів
1	ЛР 1	М1	4	10	5
2	ЛР 2		8	10	5
3	ЛР 3		10	10	5
4	ЛР 4		14	10	5
5	КР 1		15	60	35
Всього			-	100	55

1. Загальні положення.

Лабораторні та контрольні роботи оцінюються згідно наведеної таблиці. Оцінка виконаного завдання за бальною системою в залежності від повноти та глибини розкритих питань, правильності відповіді на поставленні запитання, самостійності та творчості виконання, вміння технічно грамотно обґрунтовувати прийняті рішення, вміння логічно і послідовно викладати матеріал та оформляти письмові відповіді з дотриманням вимог державних стандартів України. **У разі невиконання будь-якого із контрольних заходів модуль, до якого він належить, не зараховується.**

2 Оцінювання лабораторних робіт.

Оцінка «10...9 балів» виставляється студенту, який глибоко і надійно засвоїв програмний матеріал, вміє, вільно володіє науковою термінологією, без труднощів читає креслення вузлів і механізмів та впевнено використовує одержані знання для вирішення практичних задач. Можливі 1-2 неточності з другорядних питань, які не притягують за собою помилкових рішень. Допускається прийняти не більше одного неоптимального рішення, яке суттєво не впливає на кінцевий результат.

Оцінка «8...7 балів» виставляється студенту, який твердо засвоїв програмний матеріал та закономірності технологічних процесів, без особливих труднощів володіє науковою термінологією, вільно читає креслення, вміє використовувати одержані знання для вирішення практичних задач, але у відповідях допустив не більше 3-х неточностей в неістотних рішеннях, помилки в арифметичних підрахунках, втім числі прийняв не більше 2-х неоптимальних рішень, які не притягнуть за собою одержання непрацездатної конструкції.

Оцінка «6 балів» виставляється студенту, який в цілому засвоїв програмний матеріал, але виявляє не системне і не глибоке знання матеріалу, у відповідях допускає окремі неточності та помилки, зазначає труднощі у використанні наукової термінології, невпевнено використовує одержані знання для вирішення конкретних практичних питань, при викладенні змісту не завжди дотримується послідовності, допускає окремі помилки при роботі з кресленням, та окремі відхилення від вимог стандартів при оформленні екзаменаційної роботи. Допускається не більше 2-х нижче перерахованих помилок принципового значення:

- помилки в при роботі із табличними параметрами;
- помилки в розрахунках механізмів, що суттєво впливає на працездатність і надійність.

Оцінка «5...1 бал» виставляється студенту, який у більшій частині не засвоїв програмного теоретичного матеріалу, з великими труднощами використовує не міцні знання для вирішення практичних задач, слабо володіє технікою читання креслень, схем, ескізів, практично не розкрив питання, зробив грубі помилки в обчислюванні, що привели до прийняття помилкових рішень, зазнає труднощі у вирішенні принципових питань при розробці конструкції.

У випадку, якщо студент не приступив до виконання роботи, йому виставляється оцінка «0 балів».

У разі несвоєчасного захисту роботи отримана оцінка зменшується на 1 бал.

При повторному захисті роботи отримана оцінка зменшується на 2 бали.

Загальна підсумкова оцінка за контрольну роботу (КР1) визначається таким чином:

У разі правильного виконання тестової частини контрольної роботи (завдання 1) можна максимально отримати 22 бали.

У разі правильного виконання задачі можна максимально отримати 38 балів.

3 Оцінка за виконану задачу

3.1 Оцінка «38...35 балів» виставляється студенту, який глибоко і надійно засвоїв програмний матеріал загальнотеоретичних, фундаментальних і фахових

дисциплін, вміє диференціювати, інтегрувати та уніфікувати знання, вільно володіє науковою термінологією, без труднощів читає креслення вузлів і механізмів та впевнено використовує одержані знання для вирішення практичних задач. При виконанні завдання можливі 1-2 неточності з другорядних питань, які не притягують за собою помилкових рішень. Допускається прийняти не більше одного неоптимального рішення, яке суттєво не впливає на кінцевий результат.

3.2 Оцінка «34...30 балів» виставляється студенту, який твердо засвоїв програмний матеріал фахової, загальнотеоретичної та фундаментальної підготовки та закономірності технологічних процесів, без особливих труднощів володіє науковою термінологією, вільно читає креслення, вміє використовувати одержані знання для вирішення практичних задач, але у відповідях допустив не більше 3-х неточностей в неістотних рішеннях, помилки в арифметичних підрахунках, втім числі прийняв не більше 2-х неоптимальних рішень, які не притягнуть за собою одержання непрацездатної конструкції.

3.3 Оцінка «29...20 балів» виставляється студенту, який в цілому засвоїв програмний матеріал, але виявляє не системне і не глибоке знання матеріалу, у відповідях допускає окремі неточності та помилки, зазначає труднощі у використанні наукової термінології, не впевнено використовує одержані знання для вирішення конкретних практичних питань, при викладенні змісту не завжди дотримується послідовності, допускає окремі помилки при роботі з кресленням, та окремі відхилення від вимог стандартів при оформленні екзаменаційної роботи. Допускається не більше 2-х нижче перерахованих помилок принципового значення:

- помилки в при роботі із табличними параметрами;
- помилки в розрахунках механізмів, що суттєво впливає на працездатність і надійність.

3.4 Оцінка «0...19 балів» виставляється студенту, який у більшій частині не засвоїв програмного теоретичного матеріалу, з великими труднощами використовує не міцні знання для вирішення практичних задач, слабо володіє технікою читання креслень, схем, ескізів, практично не розкрив питання, зробив грубі помилки в обчислюванні, що привели до прийняття помилкових рішень, зазнає труднощі у вирішенні принципів питань при розробці конструкції.

Максимальна загальна оцінка за контрольну роботу – 40 балів.

Критерії оцінювання виконання контрольної роботи № 2 з дисципліни «Машини для виробництва будівельних матеріалів» у вигляді таблиці додаються.

У випадку, якщо студент не приступив до виконання роботи, йому виставляється оцінка «0 балів».

У разі несвоєчасного виконання роботи отримана оцінка зменшується на 5 балів.

При повторному написанні роботи отримана оцінка зменшується на 10 балів

№ задачі	Завдання	Кількість балів	Сума	Загальний бал за КР 2
Тестова частина	1	2	22	60
	2	2		
	3	2		
	4	2		
	5	2		
	6	2		
	7	2		
	8	2		
	9	2		
	10	2		
	11	2		
2	Задача	38	38	

Особливості проведення практичних робіт та складання заліку для студентів заочної форми навчання

Складання іспиту містить рішення задачі та відповідь на 11 тестових запитань.

Кожен студент виконує одну задачу згідно з варіантами, що вказані викладачем. Зміст та варіанти задачі, а також короткі теоретичні відомості та алгоритм виконання наведені у розділі 5. Завдання виконуються на листах формату А4 або на листах із учнівського зошиту.

Перед початком роботи над індивідуальним завданням студент вивчає необхідний теоретичний матеріал під керівництвом викладача протягом 4 годин.

На виконання задачі, а також написання тестів виділяється 2 години.

Після виконання завдання викладач перевіряє його та виставляє оцінки по кожній із контрольних точок.

№ КТ	Форма контролю	Модуль	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів
1	Рішення задачі	M1	40	22
2	Тестова частина		60	33
Всього			100	55

Підсумкова оцінка за рішення задачі (КТ1) визначається таким чином:

Оцінка виконання задачі виставляється за бальною системою в залежності від повноти та глибини розкритих питань, правильності відповіді на поставленні запитання, самостійності та творчості виконання, вміння технічно грамотно обґрунтувати

прийнятті рішення, вміння логічно і послідовно викладати матеріал та оформляти письмові відповіді з дотриманням вимог державних стандартів України.

Оцінка «40...35 балів» виставляється студенту, який глибоко і надійно засвоїв програмний матеріал, вміє, вільно володіє науковою термінологією, без труднощів читає креслення вузлів і механізмів та впевнено використовує одержані знання для вирішення практичних задач. Можливі 1-2 неточності з другорядних питань, які не притягують за собою помилкових рішень. Допускається прийняти не більше одного неоптимального рішення, яке суттєво не впливає на кінцевий результат.

Оцінка «34...30 балів» виставляється студенту, який твердо засвоїв програмний матеріал та закономірності технологічних процесів, без особливих труднощів володіє науковою термінологією, вільно читає креслення, вміє використовувати одержані знання для вирішення практичних задач, але у відповідях допустив не більше 3-х неточностей в неістотних рішеннях, помилки в арифметичних підрахунках, втім числі прийняв не більше 2-х неоптимальних рішень, які не притягнуть за собою одержання непрацездатної конструкції.

Оцінка «29...22 балів» виставляється студенту, який в цілому засвоїв програмний матеріал, але виявляє не системне і не глибоке знання матеріалу, у відповідях допускає окремі неточності та помилки, зазначає труднощі у використанні наукової термінології, невпевнено використовує одержані знання для вирішення конкретних практичних питань, при викладенні змісту не завжди дотримується послідовності, допускає окремі помилки при роботі з кресленням, та окремі відхилення від вимог стандартів при оформленні екзаменаційної роботи. Допускається не більше 2-х нижче перерахованих помилок принципового значення:

- помилки в при роботі із табличними параметрами;
- помилки в розрахунках механізмів, що суттєво впливає на працездатність і надійність.

Оцінка «21 бал» аби нижче виставляється студенту, який у більшій частині не засвоїв програмного теоретичного матеріалу, з великими труднощами використовує не міцні знання для вирішення практичних задач, слабо володіє технікою читання креслень, схем, ескізів, практично не розкрив питання, зробив грубі помилки в обчислюванні, що привели до прийняття помилкових рішень, зазнає труднощі у вирішенні принципових питань при розробці конструкції.

У випадку, якщо студент не подав на перевірку задачу, йому виставляється оцінка «0 балів».

Підсумкова оцінка за складання тестів (КТ2) визначається таким чином:

Залік з дисципліни проводиться у вигляді тестового контролю і містить 9 тестових запитань о п'яти варіантах відповідей, причому тільки одна з них є вірною. Загальна (максимальна) кількість балів, що можна отримати – 60, мінімальний бал для зарахування результатів – 33. Бали в залежності від складності питань розподіляються таким чином:

№ питання	Бал	№ питання	Бал
1	4	7	4
2	4	8	3
3	4	9	3
4	4	10	3
5	4	11	3
6	4	-	-

У випадку, якщо студент не приступив до виконання роботи, йому виставляється оцінка «0 балів».

7. Навчально-методичні матеріали

1 Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. – 201 с.

2 Кузьмін, В.В. Математическое моделирование технологических процессов сборки, механической обработки изделий в машиностроении: учеб. пособие / В.В. Кузьмін. - М.: Высш. шк., 2008.

Питання вступного контролю знань (ВК)

- 1 Визначення потужності приводу механізму.
- 2 Сила інерції при поступовому та обертовому руху тіла.
- 3 Визначення моменту інерції та моменту опору плоскої фігури.
- 4 Кутова та лінійна швидкість тіла.
- 5 Залежність між кутовою швидкістю, частотою обертання та частотою коливань тіла.
- 6 Закони Ньютона.
- 7 Коефіцієнт корисної дії машин та механізмів.
- 8 Потенціальна та кінетична енергія тіла.
- 9 Робота сили.
- 10 Коливальний рух точки. Явище резонансу.
- 11 Види термічної обробки сталі.
- 12 Сталі. Маркіровка.
- 13 Чавуни. Маркіровка.
- 14 Способи базування деталі.
- 15 Шорсткість поверхні.
- 16 Різновиди посадок що використовуються в машинобудуванні.
- 17 Підшипники качіння. Різновиди.
- 18 Види деформацій твердого тіла.
- 19 Допустимі напруги.
- 20 Розрахунок тіла на розтягання.
- 21 Розрахунок тіла на переріз.
- 22 Розрахунок тіла на крутіння.
- 23 Розрахунок тіла на згин.
- 24 Вали та осі. Методики розрахунку на міцність.

- 25 Передатне число редуктора, ремінної передачі, черв'ячної пари.
- 26 Порядок розрахунку болтового з'єднання.
- 27 Визначення коефіцієнту тертя. Позитивна та негативна роль тертя в машинобудуванні.
- 28 Порядок вибору приводу механізму.
- 29 Формула Ейлера. Галузь її використання.
- 30 Гнучкі елементи приводів машин.