

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЗА КУРСОМ «ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ»**

**для студентів спеціальності 7.090505
заочна форма навчання**

**Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету
Протокол № 1 від 27.02.2003**

Харків 2003

Методичні вказівки за курсом «Основи наукових досліджень» для студентів спеціальності 7.090505 «Котли і реактори» з усіх форм навчання / Уклад.: Тютюнник Л. І. - Харків: НТУ «ХПІ», 2003. - 27 с.

Укладачі: Тютюнник Л. І.

Рецензент Усачов І.Д.

Кафедра парогенераторобудування

ВСТУП

Експериментальні дослідження посідають важливе місце в сучасній науці та техніці.

Для всіх етапів наукового дослідження характерний взаємозв'язок і єдність експериментальних та теоретичних методів пізнання, тому що дослідницьке вивчення є поряд з абстрактно-теоретичним однією з форм складного пізнавального процесу. В основі теоретичного дослідження завжди знаходяться експериментальні дані, які у кінцевому підсумку і є критерієм правильності абстрактних теоретичних побудов.

Експериментальні методи дослідження у промисловості застосовуються для вирішення задач оптимізації конструкторських рішень, контролю якості продукції, підвищення ефективності технологічних процесів, визначення технічних характеристик, перевірки надійності, встановлення найбільш вигідних умов експлуатації.

Розвиток науки і техніки обумовлює ускладнення й заглиблення як теоретичних, так і експериментальних досліджень. У зв'язку з цим набуває особливої гостроти проблема удосконалення методів проведення експериментів, їхня автоматизація, використання ЕОМ для обробки дослідних даних та управління експериментом. При великих масштабах експериментальних досліджень все це може дати чималий економічний ефект.

Одним з аспектів організації експериментального дослідження є раціональне планування дослідів.

Теорія планування експерименту по суті є розділом математичної статистики - наукової дисципліни, яка оснований на теорії ймовірності і яка вивчає методи математичної обробки статистичних даних. В результаті такої обробки вдається виразити статистичний, тобто випадковий зв'язок через певні функціональні (невипадкові) співвідношення. Це, у свою чергу, відкриває можливості для подальших досліджень, які базуються на аналітичному описі процесу.

У даному курсі розглядаються різноманітні методи проведення експерименту та побудови математичних моделей на основі дослідних даних із використанням апарату математичної статистики.

Викладаються також елементи наукознавства.

1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ

Студент повинен знати:

Похибки вимірів (випадкові та систематичні).

Методи графічного зображення результатів виміру (полігон і гістограма).

Нормальний закон розподілу випадкових похибок. Функція розподілу випадкової величини. Щільність ймовірності. Математичне чекання. Оцінка випадкової величини, її найбільш ймовірне значення. Розсіювання випадкової величини. Середнє абсолютних значень відхилів, дисперсія. Математичне чекання та дисперсія - параметри нормального закону розподілу щільності ймовірності. Зсунена й незсунена дисперсія. Дисперсія у випадку непрямих вимірів. Закон нагромадження похибок.

Оцінка точності вимірів. Надійний інтервал і надійна ймовірність вимірів. Закон 3σ .

Вилучення грубих похибок вимірів.

Дисперсія середнього арифметичного. Розподіл Стюдента.

Рівняння регресії. Лінійна кореляційна залежність. Коефіцієнт кореляції. Кореляційний аналіз. Перевірка значущості коефіцієнту кореляції.

Методичні вказівки:

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень та понять на базі яких викладаються інші теми. Тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення.

Література: основна [1; 2; 4; 5; 7], та додаткова [1; 2; 3; 6]

Питання для самоперевірки:

1. Методологія експерименту.
2. Розробка плану-програми експерименту.
3. Статистичні методи оцінки вимірів в експериментальних дослідженнях.
4. Засоби вимірів.
5. Проведення експерименту.
6. Методи графічного зображення результатів виміру.
7. Методи підбору емпіричних формул.
8. Регресійний аналіз.

9. Визначення адекватності теоретичних рішень.

10. Визначення законів розподілу та їх адекватності експериментальними даними.

2. МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Студент повинен знати:

Математичну модель; вимоги, що пред'являються до математичної моделі. Фізичний закон і модель. Лінійна модель, неповна квадратична форма моделі, повна квадратична форма моделі.

Постановка задачі планування експерименту. Доцільність планування експерименту.

Класичний план. Частковий і повний багатофакторний класичний план.

Рандомизація проведення дослідів.

Побудова рівняння регресії методом Брандона.

Множинна кореляція при довільному плані. Статистичний аналіз математичної моделі. Дисперсія відтворювання. Дисперсія коефіцієнтів рівняння регресії. Перевірка значущості коефіцієнтів регресії. Залишкова дисперсія. Перевірка адекватності математичної моделі.

Статистичне планування багатофакторного експерименту. Оптимальне використання багатофакторного простору. Кодування факторів і вибір інтервалу варіювання факторів. Матриця планування повного факторного експерименту першого порядку. Матриця планування моделі у вигляді неповної квадратичної форми. Матриця планування дробового факторного експерименту. Обробка дослідів повного і дробового факторних експериментів. Властивості матриці планування багатофакторного експерименту у галузі енергомашинобудуванні: симетрія, ортогональність, нормованість. Обчислення коефіцієнтів рівняння регресії та статистичний аналіз математичної моделі. Прийняття рішень по даним статистичного аналізу. Ортогональний центрально-композиційний план другого порядку. Матриця центрально-композиційного плану багатофакторного експерименту. Відшукування екстремуму функцій відгуку експериментальним методом.

Методичні вказівки:

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень та понять на базі яких викладаються інші теми. Тому студент повинен засвоїти ці поняття

та визначення.

Література: основна [1; 2; 5; 6; 8; 9], та додаткова [3; 5; 6]

Питання для самоперевірки:

1. Основні поняття планування експерименту.
2. Планування експерименту з метою опису досліджувального об'єкту.
3. Оптимізація технологічних процесів з використанням планування експериментів.

3. ЕЛЕМЕНТИ НАУКОЗНАВСТВА

Студент повинен знати:

Закономірності розвитку науки: спадкоємність, диференціація і інтеграція наукових знань, закон прискореного розвитку, зв'язок науки з практикою, відносна самостійність розвитку науки.

Методи наукового дослідження. Емпіричний і теоретичний рівні дослідження. Їхні методи: аналіз, синтез, індукція, дедукція, аналогія та моделювання, абстрагування і конкретизація. Теоретичний рівень досліджень: формалізація, прийняття гіпотези, створення теорії. Емпіричний рівень досліджень: спостереження і експеримент.

Наукова інформація. Бібліотечно-бібліографічна система інформації. Її недоліки: велика витрата робочого часу на науково-інформаційну діяльність, неповнота інформації, висока вартість інформаційного пошуку, закон розсіювання інформації. Вимоги, що пред'являються до сучасної системи інформації. Науковий документ - джерело і засіб передачі інформації. Первинні наукові документи: книги, журнали, газети; спеціальні технічні видання: стандарти, описи винаходів до авторських свідоцтв і патентів, технічні каталоги, інформаційні листки; проміжні форми публікацій: репринти, переклади статей, дисертації, автореферати. Вторинні наукові документи: довідкова література, огляди, реферати та анотації, матеріали експрес-інформації, бібліографічні покажчики, каталоги і картотеки. Поточна, ретроспективна і проспективна бібліографія. Інформаційна, рекомендаційна і спеціальна бібліографія. Каталоги: алфавітні, систематичні і предметні (алфавітно-предметні). Класифікація (систематизація) документальної інформації. Універсальна десяткова класифікація. Її класи, розділи. Таблиці УДК по п'ятому та шостому розділам (математика, природничі науки і

прикладні знання). Допоміжні таблиці визначників. Практичні рекомендації по укладанню бібліографії.

Послідовність дій при вирішенні наукової задачі.

Психологія науки. Вік і творчість. Знання і творчість. Наукові відкриття і логіка. Психологія і наукова діяльність. Психологічні мотиви наукової діяльності. Про формування навиків наукової праці.

Методичні вказівки:

Матеріали цієї теми є необхідним комплексом визначень та понять на базі яких викладаються інші теми. Тому студент повинен засвоїти ці поняття та визначення.

Література: основна [3], та додаткова [4]

Питання для самоперевірки:

1. Визначення та основні особливості науки.
2. Наука, як система знання.
3. Наукові дослідження, їх особливості та класифікація.
4. Методи обґрунтовування теми наукових досліджень.
5. Складання техніко-економічного обґрунтовування на проведення науково-дослідницьких робіт.
6. Науково-технічна інформація.
7. Інформаційний пошук.
8. Аналіз інформації та формування задач наукового дослідження.
9. Методологія теоретичних досліджень.
10. Моделі дослідження.
11. Аналітичні методи дослідження.
12. Аналітичні методи дослідження з використанням експериментів.
13. Вірогідно-статистичні методи дослідження.
14. Методи системного аналізу.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ТА САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

На практичних заняттях розглядають основи математичної статистики. Основна увага приділяється наступним темам:

- побудова гістограм по результатах серії вимірів;
- визначення точності оцінки випадкової величини, якщо середня

квадратична похибка кожного виміру не задана;

- визначення точності оцінки випадкової величини при малому обсязі вибірки і заданій середній квадратичній похибці кожного виміру;
- визначення обсягу вибірки, що забезпечує задані надійну ймовірність вимірів і середню квадратичну похибку;
- вилучення грубих похибок при вимірах.

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Методичні вказівки: до рішення задач контрольного завдання треба прийматися тільки після вивчення цього розділу курсу. Тільки цілеспрямоване рішення задачі принесе користь та допоможе закріпленню знань. Перед виконанням контрольної роботи рекомендовано ознайомитися з алгоритмом рішення аналогічних задач по учбовій літературі.

Номер варіанту контрольної роботи співпадає з порядковим номером студента у журналі.

Контрольна робота № 1 на тему „Основні поняття математичної статистики”

№ 1

1. Обґрунтувати основні поняття математичної статистики.
2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

– кількість дослідів: 6; – інтервал: [4; 28];
– шаг: 4; – частота: 5; 25; 45; 59; 73; 100;
– накоплена частота: 3; 15; 20; 30; 18; 8; – надійність: 90%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірккову дисперсію та середнє квадратичне вибірккове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 2

1. Дати оцінку помилкам вимірів. Класифікація помилок вимірів та

способи їх ліквідації.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; - інтервал: [4; 25];
- шаг: 3; – частота: 3; 9; 15; 20; 30; 15; 9;
- накоплена частота: 6; 13; 28; 43; 58; 73; 84; – надійність: 95%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірккову дисперсію а середнє квадратичне вибірккове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 3

1. Проаналізувати полігон відносних частот..

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [4; 18];
- шаг: 2; – частота: 3; 9; 15; 20; 30; 15; 9;
- накоплена частота: 6; 13; 28; 43; 73; 84; 100; – надійність: 98%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірккову дисперсію а середнє квадратичне вибірккове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 4

1. Проаналізувати гістограму.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 9; – інтервал: [4; 13];
- шаг: 1; – частота: 3, 5, 15, 25, 28, 10, 8, 4, 2;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 40, 50, 64, 87, 98, 100; – надійність: 98%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірккову дисперсію а середнє квадратичне вибірккове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної

величини.

№ 5

1. Дати оцінку функції розподілу. Проаналізувати нормальний закон розподілу випадкових похибок..

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 5; – інтервал: [3; 23];
- шаг: 4; – частота: 3, 15, 20, 18, 9;
- накоплена частота: 10, 30, 50, 70, 90; – надійність: 95%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркву дисперсію а середнє квадратичне вибіркве відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 6

1. Дати оцінку математичному чеканню.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [3; 24];
- шаг: 3; - частота: 5, 7, 18, 35, 22, 10, 3;
- накоплена частота: 6, 13, 28, 53, 77, 83, 100; – надійність: 99,8%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркву дисперсію а середнє квадратичне вибіркве відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 7

1. Дати оцінку значенню випадкової величини.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [3; 23];
- шаг: 2; – частота: 5, 7, 18, 34, 23, 9, 4;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 65, 70, 88, 100; – надійність: 98%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірку дисперсію а середнє квадратичне вибіркве відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 8

1. Дати оцінку дисперсії випадкової величини.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 10; – інтервал: [3; 13];
- шаг: 1; – частота: 2, 7, 11, 20, 25, 30, 28, 18, 7, 2;
- накоплена частота: 5, 10, 15, 40, 55, 68, 78, 88, 98, 100;
- надійність: 95%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірку дисперсію а середнє квадратичне вибіркве відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 9

1. Дати оцінку дисперсії при посередніх вимірах.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [2; 30];
- шаг: 4; – частота: 5, 12, 30, 64, 87, 96, 100;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 64, 87, 96, 100; – надійність: 90%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірку дисперсію а середнє квадратичне вибіркве відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 10

1. Дати оцінку дисперсії середнього арифметичного.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової

величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [1;29];
- шаг: 4; – частота: 5, 7, 18, 34, 23, 9, 4;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 64, 87, 96, 100; – надійність: 99%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркoву дисперсію а середнє квадратичне вибіркoве відхилення випадкoвої величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 11

1. Дати оцінку точності вимірів.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкoвої величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 9; – інтервал: [2; 11];
- шаг: 1; – частота: 3, 5, 15, 28, 29, 10, 8, 4, 2;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 40, 50, 64, 87, 98, 100;
- надійність: 95%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркoву дисперсію а середнє квадратичне вибіркoве відхилення випадкoвої величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 12

1. Проаналізувати виключення грубих помилок.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкoвої величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 9; – інтервал: [1; 10];
- шаг: 1; – частота: 3, 5, 15, 25, 28, 10, 8, 4, 2;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 40, 55, 64, 87, 96, 100;
- надійність: 98%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркoву дисперсію а середнє квадратичне вибіркoве відхилення випадкoвої величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 13

1. Обґрунтувати розподіл Стюдента.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [0; 7];
- шаг: 1; – частота: 5, 7, 18, 34, 23, 9, 4;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 64, 87, 96, 100; – надійність: 99%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірккову дисперсію а середнє квадратичне вибірккове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 14

1. Визначити об'єм виборки при заданному значенні середньоквад-
ратичного відхилення.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [0; 28];
- шаг: 4; – частота: 5, 7, 18, 34, 23, 9, 4;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 64, 87, 96, 100; – надійність: 98%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірккову дисперсію а середнє квадратичне вибірккове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 15

1. Визначити рівняння регресії. Проаналізувати коефіцієнт кореляції.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [2; 23];
- шаг: 3; – частота: 5, 7, 18, 34, 23, 9, 4;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 64, 87, 96, 100; – надійність: 90%.

Визначити математичне чекання та знайти вибірккову дисперсію а

середнє квадратичне вибіркове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 16

1. Обґрунтувати основні поняття математичної статистики.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 9; – інтервал: $[2, 20]$;
- шаг: 2; – частота: 3, 5, 15, 25, 28, 10, 8, 4, 2;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 45, 64, 72, 87, 96, 100;
- надійність: 95%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркору дисперсію та середнє квадратичне вибіркове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 17

1. Обґрунтувати основні поняття математичної статистики.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: $[0; 14]$;
- шаг: 2; – частота: 5, 7, 18, 35, 24, 8, 3;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 65, 88, 97, 100; – надійність: 90%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркору дисперсію та середнє квадратичне вибіркове відхилення випадкової величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 18

1. Обґрунтувати основні поняття математичної статистики.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкової величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [1; 15];
- шаг: 2; – частота: 5, 7, 18, 34, 23, 9, 4;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 64, 87, 96, 100; – надійність: 99%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркoву дисперсію та середнє квадратичне вибіркoве відхилення випадкoвої величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 19

1. Обґрунтувати основні поняття математичної статистики.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкoвої величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 7; – інтервал: [0; 21];
- шаг: 3; – частота: 5, 7, 18, 34, 23, 9, 4;
- накоплена частота: 5, 12, 30, 64, 87, 96, 100; – надійність: 90%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркoву дисперсію та середнє квадратичне вибіркoве відхилення випадкoвої величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

№ 20

1. Обґрунтувати основні поняття математичної статистики.

2. Побудувати полігон, гістограму та функцію розподілу випадкoвої величини, якщо задано:

- кількість дослідів: 6; – інтервал: [4; 28];
- шаг: 4; – частота: 3, 15, 20, 30, 18, 8;
- накоплена частота: 5, 25, 45, 59, 73, 100; – надійність: 90%.

Визначити математичне чекання та знайти вибіркoву дисперсію та середнє квадратичне вибіркoве відхилення випадкoвої величини X за даними паралельних вимірювань.

Визначити довірчий інтервал для дійсного значення вимірювальної величини.

Контрольна робота № 2
на тему „Методи планування експерименту”

№ 1

1. Дана математична модель виду:

$$Nu = 0,33 Re^{0,5} Pr^{0,33} X^{-0,5} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 4; кількість рівнів – 7.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-7 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; кількість факторів – 6;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв’язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 2

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{жс} = 0,037 Re_{жс}^{0,75} Pr_{жс}^{0,4} \left(\frac{\mu_{ст}}{\mu_{жс}} \right)^{-0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 4; кількість рівнів – 4.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 2-3 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; кількість факторів – 3;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв’язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 3

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{h_{жс}} = 0,15(Gr_{h_{жс}} Pr_{жс})^{0,33} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 5; кількість рівнів – 5.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 2-3 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; кількість факторів – 4;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 4

1. Дана математична модель виду:

$$\bar{\alpha} = 0,145 \Delta t_F^{2,33} P^{0,5}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 4; кількість рівнів – 6.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-6 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; кількість факторів – 5;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 5

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{жс} = 0,021 Re_{жс}^{0,8} Pr_{жс}^{0,43} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,11}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 5; кількість рівнів – 7.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-7

строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:
кількість рівнів – ?; кількість факторів – 6;
кількість дослідів – 4; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.
Обґрунтувати побудову.

№ 6

1. Дана математична модель виду:

$$Nu = 0,33 Re^{0,5} Pr^{0,33} X^{-0,5} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 4; кількість рівнів – 6.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-6 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:
кількість рівнів – ?; кількість факторів – 4;
кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.
Обґрунтувати побудову.

№ 7

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{жс} = 0,037 Re_{жс}^{0,75} Pr_{жс}^{0,4} \left(\frac{\mu_{ст}}{\mu_{жс}} \right)^{-0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 4; кількість рівнів – 3.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-3 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:
кількість рівнів – 4; кількість факторів – 4;
кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.
Обґрунтувати побудову.

№ 8

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{h_{жс}} = 0,15(Gr_{h_{жс}} Pr_{жс})^{0,33} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 3; кількість рівнів – 4.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-4 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – 5; кількість факторів – 5;

кількість дослідів – 5; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 9

1. Дана математична модель виду:

$$\bar{\alpha} = 0,145 \Delta t_F^{2,33} P^{0,5}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 5; кількість рівнів – 4.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-4 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – 5; кількість факторів – 5;

кількість дослідів – 4; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 10

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{жс} = 0,021 Re_{жс}^{0,8} Pr_{жс}^{0,43} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,11}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 5; кількість рівнів – 3.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 2 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – 4; кількість факторів – 4;

кількість дослідів – 4; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 11

1. Дана математична модель виду:

$$Nu = 0,33 Re^{0,5} Pr^{0,33} X^{-0,5} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 3; кількість рівнів – 3.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-3 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – 3; кількість факторів – 3;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 12

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{жс} = 0,037 Re_{жс}^{0,75} Pr_{жс}^{0,4} \left(\frac{\mu_{ст}}{\mu_{жс}} \right)^{-0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 4; - кількість рівнів – 4.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-4 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – 4; кількість факторів – 4.

кількість дослідів – 8 - наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 13

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{h_{жс}} = 0,15(Gr_{h_{жс}} Pr_{жс})^{0,33} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 5; кількість рівнів – 5.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-5 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – 5; кількість факторів – 5;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 14

1. Дана математична модель виду:

$$\bar{\alpha} = 0,145 \Delta t_F^{2,33} P^{0,5}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 6; кількість рівнів – 6.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-6 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – 6; кількість факторів – 6;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 15

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{жс} = 0,021 Re_{жс}^{0,8} Pr_{жс}^{0,43} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,11}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 5; кількість рівнів – 3.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-3 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – 6; кількість факторів – 6;

кількість дослідів – 4; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 16

1. Дана математична модель виду:

$$Nu = 0,33 Re^{0,5} Pr^{0,33} X^{-0,5} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 3; кількість рівнів – 5.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-5 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; кількість факторів – 4;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 17

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{жс} = 0,037 Re_{жс}^{0,75} Pr_{жс}^{0,4} \left(\frac{\mu_{ст}}{\mu_{жс}} \right)^{-0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 3; кількість рівнів – 4.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-4 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; кількість факторів – 4;
кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.
Обґрунтувати побудову.

№ 18

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{h_{жс}} = 0,15(Gr_{h_{жс}} Pr_{жс})^{0,33} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 4; кількість рівнів – 4.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-4 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; кількість факторів – 3;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 19

1. Дана математична модель виду:

$$\bar{\alpha} = 0,145 \Delta t_F^{2,33} P^{0,5}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 3; кількість рівнів – 3.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-3 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; - кількість факторів – 4;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

№ 20

1. Дана математична модель виду:

$$Nu_{жс} = 0,021 Re_{жс}^{0,8} Pr_{жс}^{0,43} \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}} \right)^{0,11}.$$

Побудувати рівняння регресії по даним МФЕ та описати його елементи.

2. Планування експерименту по латинському квадрату:

кількість факторів – 5; кількість рівнів – 5.

Записати рівняння регресії. Описати систему рівнянь регресії для 1-5 строки.

3. Побудувати матрицю плану ПФЕ при:

кількість рівнів – ?; - кількість факторів – 3;

кількість дослідів – 8; наявність ефекту взаємозв'язку – ?.

Обґрунтувати побудову.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література:

1. Капинос В.М. Планирование эксперимента. Учебное пособие к курсу "Основы научных исследований". – Харьков: ХПИ, кафедра турбиностроения, 1992.
2. Капинос В. М. Планирование эксперимента. Центрально-композиционный план второго порядка. Учебное пособие.- Харьков: ХПИ, кафедра турбиностроения, 1991.
- 3.. Капинос В. М., Науковедение. Конспект лекций по курсу " Основы научных исследований ".- Харьков: ХПИ, кафедра турбиностроения , 1983.
4. Основы научных исследований: Учебн. Для техн. вузов/ В. И. Кругов, И.М.Грушко, В.В.Попов и др.- М: Высш.шк., 1989.
5. Основы научных исследований и технического творчества/ И. В. Белый, К-П.Власов, В.Б.Клепиков. - Харьков: Вища шк., 1989.
6. Комаров М. С. Основы научных исследований. - Львов: Вища школа, 1982.
7. Сиденко В.М., Грушко И. М. Основы научных исследований. - Харьков: Вища школа, 1979.
8. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. – Л.: Судостроение, 1980. – 388 с.
9. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. – М.: Мир. 1980. – 456 с.

Додаткова література:

1. Вознесенский В.А. Статистические модели планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Статистика, 1981. – 262 с.
2. Дж.Тьюки. Анализ результатов наблюдений. – М.: Мир, 1981. – 693 с.
3. Кринецкий И.И. Основы научных исследований. – К.: Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 207 с.
4. Рачков П.А. Науковедение. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. – 242 с.
5. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 248 с.
6. И.М. Грушко, В.М. Сиденко. Основы научных исследований. Харьков. Изд-во при ХГУ изд-го объединения «Вища школа», 1983. – 223 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ.....	4
2. МЕТОДИ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	5
3. ЕЛЕМЕНТИ НАУКОЗНАВСТВА	6
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ТА САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ	7
КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ	8
Контрольна робота № 1	8
Контрольна робота № 2	16
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	25

Навчальне видання

Методичні вказівки за курсом «Основи наукових досліджень» для студентів спеціальності 7.090505 «Котли та реактори», з усіх форм навчання.

Укладачі: ТЮТЮНИК Лариса Іванівна

Відповідальний за випуск	Єфімов О.В.
Роботу до друку рекомендував	Зайченко Є.Т.

В авторській редакції.
Зав. редакційно-видавничим відділом
Єфремова М.П.

План 2003р., поз. 122/

Підп. до друку XX.XX.XX. 2003 р. Формат 60х84 1/16. Папір офсетний.
Друк - ризографія. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 1,4.
Облік. - вид. арк. 1,7. Тираж 10 прим. Зам. № XX/XX. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП»
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2000 р.

Друкарня НТУ «ХП». 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.