Практична робота №4
ПЛАНУВАННЯ ПОВНОГО ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Мета роботи – набути навички побудови плану-матриці і плану-схеми повного факторного експерименту.

1 Вказівки з самопідготовки до роботи

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Вивчити:

- теорія експерименту;
- стратегія побудови математичної моделі;
- планування експерименту;
- основні етапи планування та проведення експерименту.

Скласти звіт по роботі:

- номер, найменування та мета роботи;
- теорія експерименту;
- стратегія побудови математичної моделі;
- планування експерименту;
- основні етапи планування та проведення експерименту.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Теорія експерименту.

1.2.2 Стратегія побудови математичної моделі.

1.2.3 Планування експерименту.

1.2.4 Основні етапи планування та проведення експерименту.

1.3 Рекомендована література

1. Адаменко М. І., Бейлін М. В. Основи наукових досліджень. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. 188 с.

2. Бобилєв В. П., Іванов І. І., Пройдак Ю. С. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Системні технології, 2008. 264 с.

3. Кислий В. М. Організація наукових досліджень: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2011. 224 с.

ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

1 Теорія експерименту

Всі згадувані до цих пір завдання і проблеми не розв'язати без проведення експериментів.

Експеримент займає головне місце серед способів одержання інформації та у внутрішніх взаємозв'язків представлений в природі і техніці. і є відправною точкою та критерієм більшості наших знань. Експерименти та спостереження представляють основу для відкриття більшості відомих нам законів природи та перевірки теоретичних гіпотез. При збільшенні складності досліджуваних процесів та явищ дуже швидко зростають також витрати на апаратуру і проведення експерименту.

На експериментальні установки, такі, наприклад, як прискорювачі елементарних часток у ядерній фізиці, витрачаються величезні гроші. Для проведення деяких спеціальних експериментів потрібна кількість енергії, яка була б достатня для енергопостачання міста середньої величини. При цьому постійно зростає складність розв'язуваних проблем, а великий обсяг інформації, необхідної для з'ясування внутрішніх взаємозв'язків у природі і техніці, змушує застосовувати електронні пристрої обробки інформації.

Значна частина дослідницьких зусиль при розробці або модернізації технологічних процесів визначається витратами на експерименти.

Широке застосування експериментальних методів привело до створення теорії експерименту.

Теорія експерименту – це розділ математичної статистики, у якому викладені методи організації й проведення досліджень, а також інтерпретації експериментальних результатів.

Розвиток статистичних методів планування експерименту пов'язані з ім'ям Р. А. Фішера. В 1935 р. Фішер опублікував монографію «Планування експерименту» («DesignofExperiments»), що дала назву новому напрямку досліджень. Роботи Фішера були пов'язані із практичними проблемами агротехнічних досліджень.

Теорія експерименту дає дослідникові точну логічну схему і спосіб рішення завдань на різних етапах дослідження.

Стратегія побудови математичної моделі

Кожне експериментальне дослідження складається з ряду наступних один за одним етапів (рис. 1): формулювання мети, висування гіпотези про досліджуваний об'єкт, планування експериментів, проведення експериментів, обробка та аналіз результатів, перевірка правильності висунутої гіпотези, висування з гіпотези, перевірка умов закінчення експерименту, планування нового експерименту.

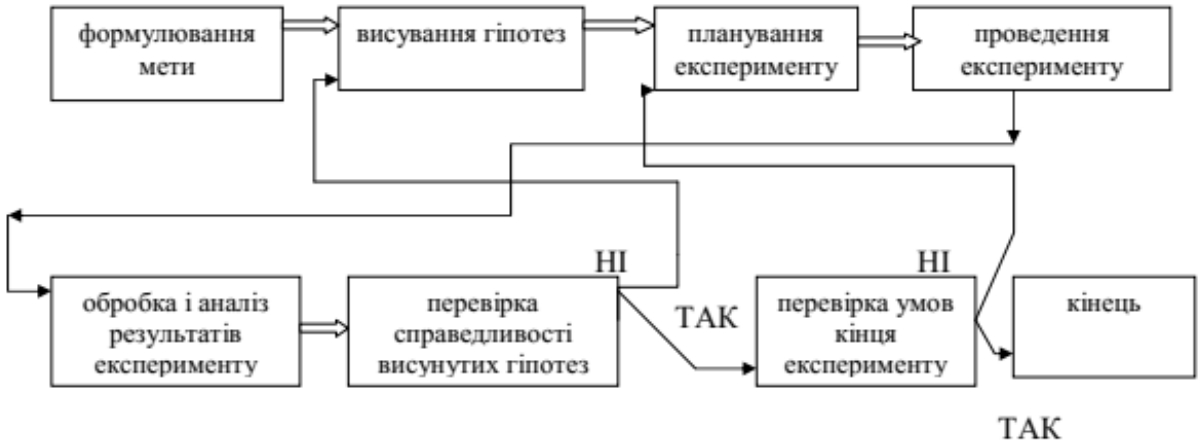

Рис. 1 – Стратегія побудови математичної моделі

Із цієї схеми ясно, що дослідження об'єкта складається з повторюваних циклів, причому від циклу до циклу росте обсяг знань про об'єкт, так що можна припустити, що висунуті гіпотези усе більше наближаються до дійсності. Разом з тим зростає також ефективність планування експерименту та всього дослідження.

Планування експерименту

Планування експерименту – це процедура вибору числа та умов проведення дослідів, необхідних і достатніх для рішення поставленого завдання з необхідною точністю.

Анотація до книги В.В. Налімова «Математична теорія експерименту».

Більшість експериментаторів спочатку проводять спостереження, ставлять досліди, ..., і лише потім, коли весь матеріал зібраний, починають думати в тім, як його обробити, як витягти потрібну інформацію. Вони, звичайно, знають, що є методи математичної статистики, але згадують про них після проведення експериментів. Важко навіть представити собі, який колосальний збиток це прино-

сить! Губиться даремно час, засоби й, частіше, ніж ми думаємо, престиж: багато робіт відхиляються і далі закриваються внаслідок неграмотно спланованих і тому вони не принесли успіху експериментатору.

Планування експерименту – це одержання найбільш економічним способом найбільш надійних висновків. При цьому висновки (або результати) представляються в стандартній формі, що дає можливість їх порівняти з результатами, отриманими другими дослідниками.

Планувати експеримент – це означає вибирати оптимальну схему експерименту, що дає можливість одержати інформацію про об'єкт з мінімальним числом дослідів.

Основні етапи планування та проведення експерименту

Процес планування та проведення експерименту можна розбити на наступні етапи:

- Формулювання завдання;
- Вибір параметра оптимізації (залежної змінної);
- Складання списку факторів, потенційно здатних впливати на параметр оптимізації;
- Складання списку факторів, що реально беруть участь в експерименті;
- Вибір плану експерименту;
- Проведення експерименту та одержання результатів;
- Статистична обробка результатів експерименту;
- Інтерпретація результатів.

Планування експерименту дозволяє:

- Одержати результати у вигляді універсального математичного опису досліджуваного об'єкта з урахуванням дії багатьох факторів, що дає можливість застосовувати результати для різних ситуацій;
- Зменшити помилку експерименту та виключити вплив факторів, що заважають;
- Одержати для досліджуваних об'єктів математичний опис, з оптимальними властивостями;
- На основі чітких формалізованих правил приймати на різних етапах досліджень рішення в подальших діях;
- Швидко здійснювати оптимізацію процесів, не прибігаючи до дорогих досліджень механізмів цих процесів;

- Одержувати кількісні оцінки впливів кожного фактору, а також їхніх взаємодій на досліджуваний процес;
- Скласти поетапну програму досліджень, у якій на перших етапах виконуються орієнтовні дослідження із залученням великої кількості факторів, зафіксованих на багатьох рівнях, а на заключних етапах -докладні експерименти за участю невеликого числа істотних факторів. Критерії оптимальності та типи експериментальних планів.

Схема «чорного ящика» об’єкту досліджень

Методи планування експерименту застосовують при проведенні теплотехнічних досліджень у лабораторних умовах, в експериментах на дослідних, напівпромислових і промислових установках. Об'єктами дослідження можуть бути будь-які теплотехнічні процеси, що відбуваються в апаратах, наприклад, процес сушіння, горіння, генерації тепла, теплообміну, які розглядаються в теорії планування експерименту як керовані процеси залежного від ряду факторів. Наприклад, вологості матеріалу, його кількості, температури теплоносія, швидкості руху теплоносія та інших факторів. Розглядаючи процес сушіння можна виділити ряд факторів, що визначають швидкість сушіння: температура теплоносія, вологість матеріалу, дисперсність, швидкість теплоносія.

Якщо розглядати об'єкт дослідження (рис. 2), то всі змінні, що визначають стан об'єкта можна розділити на чотири групи:

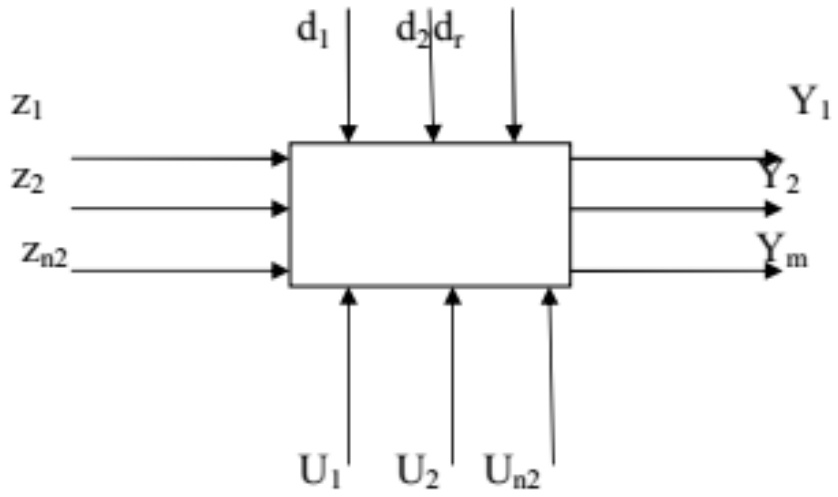

Рис. 2 – Схема об'єкту дослідження

Схема чорного ящика (об'єкта дослідження) процесу сушіння:

1. Група $Z= (z_1,....,z_{п1})$ входять фактори, що характеризують якість сировини або проміжних продуктів і не допускають цілеспрямованої зміни в ході дослідження. До вхідних і проміжних продуктів відносять вихідні речовини або продукти попередніх ланок технологічного ланцюга. Інформація в значеннях змінних виходить у результаті лабораторних аналізів, вимірів. Група Z – контрольовані керовані змінні, що в процесі експерименту можуть змінюватися згідно плану

2. Група $U=(u_1, ...,u_{n2})$ контрольовані некеровані змінні – утворюють керовані фактори процесу. З їхньою допомогою реалізується заданий технологічний режим (показання витратомірів, положення установок регуляторів). На значення керованих факторів накладаються технологічні обмеження (обмежується область їх припустимих значень).

3. Змінні групи X та U будуть об’єднуватися в групу $X=(x_1, x_п)$ – називаються контрольованими вхідними або незалежними змінними процесу.

4. Змінні групи $Y=(y_1,.....y_m)$ називають вихідними – величини, які характеризують економічну ефективність процесу, техніко-економічні параметри, технологічні властивості, характеристики готових продуктів. Змінні цієї групи виступають як цільові величини при оптимізації процесів. Вихідні змінні в деяких випадках можуть бути якісними і приймати лише кінцеве число дискретних значень (стійкість або нестійкість якого-небудь процесу).

5. Група $D=(d_1, ...,d_r)$ – неконтрольовані фактори. Вони характеризують діючі на об'єкт збудження, які не можуть бути обчислені кількісно (неконтрольовані домішки в сировину, старіння каталізатора). Вплив неконтрольованих факторів, що повільно змінюються в часі, приводить до дрейфу характеристик об'єкта.