**Вступ**

Експеримент-найважливіший елемент діяльності підприємця, на відміну від спостереження є активним методом.

Види: геополітичний, політичний, соціально - економічні, економічні, фінансовими, технічними, конструкторськими, технологічними.

Проведення експериментів передбачає:

- Планування та розробку програми (послідовності) експериментів;

- Проектування експериментів, включаючи проектування імітаційних обстановок, систем виміру і збору, а також обробки інформації;

- Проведення експериментів;

- Обробка та аналіз результатів експериментів;

- Розробка рекомендацій і удосконалень за результатами експериментів.

Обмежені, а тим більше, масштабні експерименти повинні ретельно плануватися. Для забезпечення певних властивостей плану випробувань, а також мінімізації витрат на випробування використовують методи теорії планування експерименту.

Планом експериментів (випробувань) - мінімальне безліч умов проведення експерименту, в яких забезпечує досягнення цілей і завдань випробувань: розробку моделі операції або системи, перевірку правильності функціонування, оцінку безпеки, необхідні точність і достовірність прогнозу параметрів.

Проект експериментальних досліджень, випробувань товарів повинен містити:

1) проект об'єкта (або номенклатури об'єктів) випробувань;

2) проект безлічі типових умов випробувань;

3) план випробувань;

4) проект технології випробувань (включаючи проект вимірювань параметрів);

5) проект забезпечення безпеки випробувань;

6) перелік очікуваних результатів.

За предметної області виділяються експерименти з досліджень геополітичних, політичних, економічних, технічних, технологічних, конструкторських, виробничих систем управління, а також систем управління продажами, якістю, надійністю та інше.

За ієрархічним рівнем піддаються випробуванням об'єктів випробування можуть бути розділені на функціональні і параметричні.

Функціональним випробуванням піддається товар, система в цілому. Мета таких випробувань - перевірити виконання функцій, працездатність товару в цілому.

За умовами можна виділити випробування:

1) при уявному моделюванні зовнішнього середовища;

2) при математичному моделюванні зовнішнього середовища;

3) лабораторні випробування в імітуємих фізично умовах. При цьому діапазони зміни параметрів можуть не співпадати з природними межами зміни параметрів в процесі експлуатації (наприклад, при наземних випробуваннях літака);

4) випробування в умовах реальної фізичної (природної і штучної - створеної людиною), ринкової, соціально-економічного середовища.

За фізичним складу об'єктів випробувань: натурні (реальні) випробування об'єктів; напівнатурні випробування об'єктів. Крім того можна виділити випробування фізичних і математичних моделей, предметних, уявних (інтуїтивних) моделей. Це пов'язано з прагненням:

1) знизити витрату часу та (або) коштів на випробування об'єктів. За деякими оцінками під час проведення випробувань складних товарів (виробів машинобудування) витрати можуть знижуватися в кілька (а іноді в десятки) раз при переході від натурних випробувань до напівнатурних і від напівнатурних до математичного моделювання;

2) знизити можливі ризики, збиток, забезпечити безпеку випробувань. Загальновідомо, що проведення експериментальних досліджень пов'язане з підвищеним ризиком. Наприклад, Чорнобильська аварія-результат невдалого експерименту;

3) прискорити процес розробки системи управління з урахуванням реальних термінів створення елементів, блоків.

При напівнатурних моделюванні одна частина об'єкта представлена реальними фізичними елементами, а інша частина елементів - їх математичними моделями.

При математичному моделюванні випробуванням піддаються аналітичні або імітаційні моделі, причому сам модельований об'єкт може не існувати.

Уявний експеримент і (або) верифікація експертом проводяться з використанням предметної і підсвідомої інформації про об'єкт випробувань.

У процесі дослідження систем управління експерименти можуть проводитися в такому порядку: уявний експеримент (верифікація експертом), математичне моделювання, напівнатурні моделювання, натурні випробування реальних об'єктів.

Для того, щоб дефекти проявилися, необхідно:

1) проводити випробування в найскладніших умовах з усіх можливих при експлуатації;

2) число випробувань і їх тривалість повинні бути достатні, щоб дефект проявився;

3) число випробувань повинно бути достатньо для того, щоб визначити значення параметрів з необхідною точністю і достовірністю.

Від рішення щодо використання того чи іншого методу планування експериментів залежить:

1) правильність прийняття рішення про можливість виходу на ринок і передачі товару в експлуатацію;

2) рівень ризику, пов'язаного з виводом товару на ринок при поточній ступеня його оброблений, надійності;

3) точність оцінки обсягу витрат на випробування;

4) витрати часу та коштів на розробку планів випробувань.

На прийняття рішення про застосування того чи іншого методу планування експерименту впливають:

1) обсяг наявний про об'єкт випробувань інформації (вид його типового уявлення);

2) наявність або відсутність певного типу моделі об'єкта випробувань;

3) обмеження на час і витрати, що виділяються на випробування;

4) наявні засоби планування випробувань, зокрема, наявність необхідної обчислювальної техніки;

5) рівень кваліфікації персоналу, знання та використання персоналом формальних методів планування випробувань.

Мета експериментів визначають те, який результат очікують отримати в експерименті.

Цілі планування експериментів визначають те, в які терміни і з якими витратами цей результат буде отримано.

З точки зору цілей експериментів за існуючої вивченості досліджуваних проблем виділяють:

1) планування екстремальних експериментів;

2) планування експериментів зі з'ясування механізму явищ.

**Розділ 1. Планування екстремальних експериментів**

Під експериментом будемо розуміти сукупність операцій що здійснюються над об'єктом дослідження з метою отримання інформації про його властивості. Експеримент, в якому дослідник на свій розсуд може змінювати умови його проведення, називається активним експериментом. Експеримент, який ставиться для забезпечення оптимізації, називається екстремальним. Якщо дослідник не може самостійно змінювати умови його проведення, а лише реєструє їх, то це пасивний експеримент.

Найважливішим завданням методів обробки отриманої в ході експерименту інформації є задача побудови математичної моделі досліджуваного явища, процесу, об'єкта. Її можна використовувати і при аналізі процесів і при проектуванні об'єктів. Можна отримати добре апроксимуючих математичну модель, якщо цілеспрямовано застосовується активний експеримент. Іншим завданням обробки отриманої в ході експерименту інформації є задача оптимізації, тобто знаходження такої комбінації впливають незалежних змінних, при якій обраний показник оптимальності приймає екстремальне значення.

Досвід - це окрема експериментальна частина.

План експерименту - сукупність даних визначають число, умови і порядок проведення дослідів.

Планування експерименту - вибір плану експерименту, що задовольняє заданим вимогам, сукупність дій спрямованих на розробку стратегії експериментування (від отримання апріорної інформації до отримання працездатною математичної моделі або визначення оптимальних умов). Це цілеспрямоване керування експериментом, що реалізовується в умовах неповного знання механізму досліджуваного явища.

У процесі вимірювань, наступної обробки даних, а також формалізації результатів у вигляді математичної моделі, виникають похибки і втрачається частина інформації, що міститься у вихідних даних. Застосування методів планування експерименту дозволяє визначити похибка математичної моделі і судити про її адекватності. Якщо точність моделі виявляється недостатньою, то застосування методів планування експерименту дозволяє модернізувати математичну модель з проведенням додаткових дослідів без втрати попередньої інформації і з мінімальними витратами.

Мета планування експерименту - знаходження таких умов і правил проведення дослідів, при яких вдається отримати надійну і достовірну інформацію про об'єкт з найменшою витратою праці, а також представити цю інформацію в компактній і зручній формі з кількісною оцінкою точності.

Нехай нас цікавить властивість (Y) об'єкта залежить від декількох (n) незалежних змінних (Х1, Х2, ..., Хn) і ми хочемо з'ясувати характер цієї залежності - Y = F (Х1, Х2, ..., Хn), про яку ми маємо лише загальне уявлення. Величина Y - називається «відгук», а сама залежність Y = F (Х1, Х2, ..., Хn) - «функція відгуку».

Відгук повинен бути визначений кількісно. Однак можуть зустрічатися і якісні ознаки Y. У цьому випадку можливе застосування рангове підходу. Приклад рангове підходу - оцінка на іспиті, коли одним числом оцінюється складний комплекс отриманих відомостей про знання студента.

Незалежні змінні Х1, Х2, ..., Хn - інакше фактори, також повинні мати кількісну оцінку. Якщо використовуються якісні фактори, то кожному їхньому рівню має бути присвоєно будь-яке число. Важливо вибирати як фактори лише незалежні змінні, тобто тільки ті, які можна змінювати, не зачіпаючи інші фактори. Фактори повинні бути однозначними. Для побудови ефективної математичної моделі доцільно провести попередній аналіз значущості факторів (ступеня впливу на функцію), їх ранжування і виключити малозначні фактори.

Діапазони зміни факторів задають область визначення Y. Якщо прийняти, що кожному фактору відповідає координатна ось, то отримане простір називається факторний простір. При n = 2 область визначення Y представляється собою прямокутник, при n = 3 - куб, при n> 3 - Гіперкуб.

При виборі діапазонів зміни чинників потрібно враховувати їх сумісність, тобто контролювати, щоб у цих діапазонах будь-які поєднання факторів були б бути реалізовані в дослідах і не приводили б до абсурду. Для кожного з факторів вказують граничні значення

Ximin < Xi < Ximin,

I=l,…n

Регресійний аналіз функції відгуку призначений для отримання її математичної моделі у вигляді рівняння регресії

Y = F (X1, X2,…,Xn,B1,B2,…,Bm) + e,

де В1, ..., ВM - деякі коефіцієнти; е - похибка.

Серед основних методів планування, що застосовуються на різних етапах дослідження, використовують:

- планування відсіває експерименту, основне значення якого виділення з усієї сукупності факторів групи істотних факторів, що підлягають подальшому детальному вивченню;

- планування експерименту для дисперсійного аналізу, тобто складання планів для об'єктів з якісними факторами;

- планування регресійного експерименту, що дозволяє отримувати регресійні моделі (Поліноміальні та інші);

- планування екстремального експерименту, в якому головне завдання - експериментальна оптимізація об'єкта дослідження;

- планування при вивченні динамічних процесів і т.д.

Ініціатором застосування планування експерименту є Рональд А. Фішер, інший автор відомих перших робіт - Френк Йетс. Далі ідеї планування експерименту формувалися в працях Дж. Боксу, Дж. Кіфера. У нашій країні - в працях Г.К. Круга, Е.В. Маркова та ін

В даний час методи планування експерименту закладені в спеціалізованих пакетах, широко представлених на ринку програмних продуктів, наприклад: StatGrapfics, Statistica, SPSS, SYSTAT та ін

**1.1 Представлення результатів експериментів**

При використанні методів планування експерименту необхідно знайти відповіді на 4 питання:

• Які поєднання факторів і скільки таких сполучень необхідно взяти для визначення функції відгуку?

• Як знайти коефіцієнти В0, В1, ..., Bm?

• Як оцінити точність представлення функції відгуку?

• Як використовувати отримане подання для пошуку оптимальних значень Y?

Геометричне представлення функції відгуку в факторному просторі Х1, Х2, ..., Хn називається поверхнею відгуку (рис. 1).

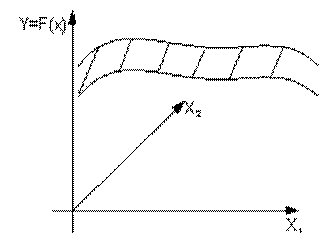


Рис. 1 - Поверхня оклику

Якщо досліджується вплив на Y лише одного фактора Х1, то знаходження функції відгуку - досить просте завдання. Поставивши собі за кількома значеннями цього чинника, в результаті дослідів отримуємо відповідні значення Y та графік Y = F (X) (рис. 2).

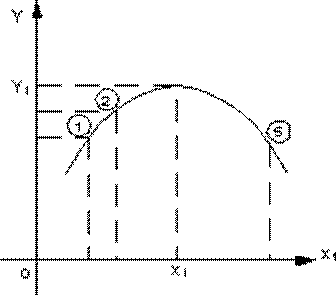


Рис. 2 - Побудова функції відгуку однієї змінної по дослідним даним

На око можна підібрати математичний вираз функції відгуку. Якщо ми не впевнені, що досліди добре відтворюються, то зазвичай досліди повторюють кілька разів і отримують залежність з урахуванням розкиду досвідчених даних.

Якщо факторів два, то необхідно провести досліди при різних співвідношеннях цих факторів. Отриману функцію відгуку в 3х-мірному просторі (рис. 1) можна аналізувати, проводячи ряд перетинів з фіксованими значеннями одного з факторів (рис. 3). Вичленовування графіки перетинів можна апроксимувати сукупністю математичних виразів.

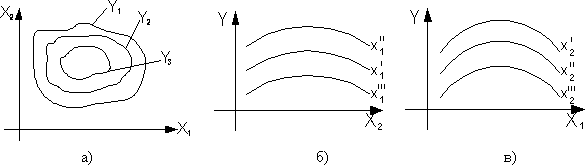


Рис. 3 - Переріз поверхні відгуку при фіксованих відгуках (а) і змінних (б, в)

При трьох і більше факторах завдання стає практично невирішеною. Якщо і буде знайдено рішення, то використовувати сукупність виразів досить важко, а часто і не реально.

Застосування математичного планування експерименту в наукових дослідженнях

У сучасній математичної теорії оптимального планування експерименту існує 2 основних розділи:

1. планування експерименту для вивчення механізмів складних процесів і властивостей багатокомпонентних систем.

2. планування експерименту для оптимізації технологічних процесів і властивостей багатокомпонентних систем.

Планування експерименту - це вибір числа дослідів та умов їх проведення необхідних і достатніх для вирішення поставленої задачі з необхідною точністю.

Експеримент, який ставиться для забезпечення оптимізації, називається екстремальним. Прикладами задач оптимізації є вибір оптимального складу багатокомпонентних сумішей, підвищення продуктивності діючої установки, підвищення якості продукції та зниження витрат на її отримання. Перш ніж планувати експеримент необхідно сформулювати мету дослідження. Від точного формулювання мети залежить успіх дослідження. Необхідно також упевнитися, що об'єкт дослідження відповідає запропонованим йому вимогам. У технологічному дослідженні метою дослідження при оптимізації процесу частіше за все є підвищення виходу продукту, поліпшення якості, зниження собівартості.

Експеримент може проводитися безпосередньо на об'єкті або на його моделі. Модель відрізняється від об'єкта не тільки масштабом, а іноді природою. Якщо модель досить точно описує об'єкт, то експеримент на об'єкті може бути перенесений на модель. Для опису поняття «об'єкт дослідження» можна використовувати уявлення про кібернетичної системи, яка носить назву чорний ящик.

Стрілки праворуч зображують чисельні характеристики цілей дослідження і називаються вихідними параметрами (y) або параметрами оптимізації.

Для проведення експерименту необхідно впливати на поведінку чорного ящика. Всі способи впливу позначаються через «x» і називаються вхідними параметрами або факторами. Кожен фактор може приймати в досвіді одне з декількох значень, і такі значення називаються рівнями. Фіксований набір рівнів та факторів визначає одне з можливих станів чорного ящика, одночасно вони є умовами проведення одного з можливих дослідів. Результати експерименту використовуються для отримання математичної моделі об'єкта дослідження. Використання для об'єкта всіх можливих дослідів призводить до абсурдно великим експериментів. У зв'язку з цим експерименти необхідно планувати.

Завданням планування є вибір необхідних для експерименту дослідів, методів математичної обробки їх результатів і прийняття рішень. Окремий випадок цього завдання - планування екстремального експерименту. Тобто експерименту поставленого з метою пошуку оптимальних умов функціонування об'єкта. Таким чином, планування екстремального експерименту - це вибір кількості та умов проведення дослідів, мінімально необхідних для відшукання оптимальних умов. При плануванні експерименту об'єкт дослідження повинен володіти обов'язковими властивостями:

1. керованим

2. результати експерименту повинні бути відтворено.

Експеримент називається відтворюваним, якщо при фіксованих умовах досвіду виходить один і той же вихід в межах заданої відносно невеликий помилки експерименту (2% -5%). Експеримент проводять при виборі деяких рівнів для всіх факторів, потім він повторюється через нерівні проміжки часу. І значення параметрів оптимізації порівнюються. Розкид цих параметрів характеризує відтворюваність результатів. Якщо він не перевищує наперед заданої величини, то об'єкт задовольняє вимогу відтворюваності результатів.

При плануванні експерименту активне втручання припускає процес і можливість вибору в кожному досвіді тих факторів, які становлять інтерес. Експериментальне дослідження впливу вхідних параметрів (факторів) на вихідні може проводитися методом пасивного або активного експерименту. Якщо експеримент зводиться до отримання результатів спостереження за поведінку системи при випадкових змінах вхідних параметрів, то він називається пасивним. Якщо ж при проведенні експерименту вхідні параметри змінюються по заздалегідь заданому плану, то такий експеримент називається активним. Об'єкт, на якому можливий активний експеримент, називається керованим. На практиці не існує абсолютно керованих об'єктів. На реальний об'єкт зазвичай діють як керований, так і некерований фактори. Некеровані фактори діють на відтворюваність експерименту. Якщо всі фактори некеровані, виникає задача встановлення зв'язку між параметром оптимізації і факторами за результатами спостережень або за результатами пасивного експерименту. Можлива також погана відтворюваність зміни факторів у часі.

**1.2 Параметри оптимізації**

Параметр оптимізації - це ознака, за якою ми хочемо оптимізувати процес. Він повинен бути кількісним, задаватися числом. Безліч значень, які може приймати параметр оптимізації, називається областю його визначення. Області визначення можуть бути безперервними і дискретними, обмеженими та необмеженими. Наприклад, вихід реакції - це параметр оптимізації з безперервною обмеженою областю визначення. Він може змінюватися в інтервалі від 0 до 100%. Кількість бракованих виробів, число кров'яних тілець у пробі крові - ось приклади параметрів з дискретної областю визначення, обмеженої знизу.

У залежності від об'єкта і мети дослідження параметри оптимізації можуть бути дуже різноманітними (рис. 1).

Прокоментуємо деякі елементи схеми. Економічні параметри оптимізації, такі, як прибуток, собівартість і рентабельність, зазвичай використовуються при дослідженні діючих промислових об'єктів, тоді як витрати на експеримент має сенс оцінювати в будь-яких дослідженнях, в тому числі і лабораторних. Якщо ціна дослідів однакова, витрати на експеримент »пропорційні числа дослідів, які необхідно поставити для вирішення даного завдання. Це значною мірою визначає вибір плану експерименту.

Серед техніко-економічних параметрів найбільше поширення має продуктивність. Такі параметри, як довговічність, надійність і стабільність, пов'язані з тривалими спостереженнями. Є певний досвід їх використання при вивченні дорогих відповідальних об'єктів, наприклад радіоелектронної апаратури.

Майже у всіх дослідженнях доводиться враховувати кількість та якість отриманого продукту. Як міру кількості продукту використовують вихід, наприклад, відсоток виходу готової продукції.

Показники якості надзвичайно різноманітні. У нашій схемі вони згруповані за видами властивостей. Характеристики кількості та якості продукту утворюють групу техніко-технологічних параметрів.

У групі «інші» згруповані різні параметри, які рідше зустрічаються, але не є менш важливими. Сюди потрапили статистичні параметри, що використовуються для поліпшення характеристик випадкових величин або випадкових функцій.

**1.3 Вимоги до параметра оптимізації**

Параметр оптимізації - це ознака, за якою ми хочемо оптимізувати процес. Він повинен бути кількісним, задаватися числом. Ми повинні вміти його вимірювати за будь-якої можливої комбінації обраних рівнів факторів. Безліч значень, які може приймати параметр оптимізації, будемо називати областю його визначення. Області визначення можуть бути безперервними і дискретними, обмеженими та необмеженими. Наприклад, вихід реакції - це параметр оптимізації з безперервною обмеженою областю визначення. Він може змінюватися в інтервалі від 0 до 100%. Кількість бракованих виробів, число зерен на шлиф сплаву, число кров'яних тілець у пробі крові - ось приклади параметрів з дискретної областю визначення, обмеженої знизу.

Вміти вимірювати параметр оптимізації - це означає мати у своєму розпорядженні відповідним приладом. У ряді випадків такого приладу може не існувати або він занадто дорогий. Якщо немає способу кількісного вимірювання результату, то доводиться скористатися прийомом, званим ранжування (рангових підходом). При цьому параметрами оптимізації присвоюються оцінки - ранги по заздалегідь вибраної шкалою: двухбалльной, п'ятибальною і т.д. Рангові параметр має дискретну обмежену область визначення. У простому випадку область містить два значення (так, ні, ти зробив добре, погано). Це може відповідати, наприклад, придатної продукції і браку.

Ранг - це кількісна оцінка параметра оптимізації, але вона носить умовний (суб'єктивний) характер. Ми ставимо у відповідність якісної ознакою деяке число - ранг. Для кожного фізично вимірюваного параметра оптимізації можна побудувати рангові аналог. Потреба в побудові такого аналога виникає, якщо наявні в розпорядженні дослідника чисельні характеристики неточні або невідомий спосіб побудови задовільних чисельних оцінок. За інших рівних умов завжди потрібно віддавати перевагу фізичній виміру, так як рангові підхід менш чутливий, і з його допомогою важко вивчати тонкі ефекти.

Приклад: Технолог розробив новий вид продукту. Вам необхідно оптимізувати цей процес.

Мета процесу - отримання смачного продукту, але таке формулювання мети ще не дає можливості приступити до оптимізації: необхідно вибрати кількісний критерій, що характеризує ступінь досягнення мети. Можна прийняти наступне рішення: дуже смачний продукт отримує позначку 5, просто смачний продукт - позначку 4 і т.д.

Чи можна після такого рішення переходити до оптимізації процесу? Нам важливо кількісно оцінити результат оптимізації. Чи вирішує відмітка це завдання? Звичайно, тому що, як ми домовилися, відмітка 5 відповідає дуже смачного продукту і т.д. Інша справа, що цей підхід, званий рангових, часто виявляється грубим, нечутливим. Але можливості такої кількісної оцінки результатів не повинна викликати сумнівів.

Наступна вимога: параметр оптимізації повинен виражатися одним числом. Наприклад: реєстрація показання приладу.

Ще одна вимога, пов'язане з кількісною природою параметра оптимізації, - однозначність у статистичному сенсі. Заданого набору значень факторів повинно відповідати одне з точністю до помилки експерименту значення параметра оптимізації. (Однак зворотне невірно: одному і тому ж значенню параметра можуть відповідати різні набори значень факторів.)

Для успішного досягнення мети дослідження необхідно, щоб параметр оптимізації дійсно оцінював ефективність функціонування системи в заздалегідь обраному сенсі. Ця вимога є головним, визначальним коректність постановки задачі.

Подання про ефективність не залишається постійним в ході дослідження. Воно змінюється в міру накопичення інформації і залежно від досягнутих результатів. Це призводить до послідовного підходу при виборі параметра оптимізації. Так, наприклад, на перших стадіях дослідження технологічних процесів як параметр оптимізації часто використовується вихід продукту. Проте надалі, коли можливість підвищення виходу вичерпана, нас починають цікавити такі параметри, як собівартість, чистота продукту і т.д.

Говорячи про оцінку ефективності функціонування системи, важливо пам'ятати, що мова йде про систему в цілому. Часто система складається з ряду підсистем, кожна з яких може оцінюватися своїм локальним параметром оптимізації.

Наступний вимога до параметра оптимізації - вимога універсальності або повноти. Під універсальністю параметра оптимізації розуміється його здатність всебічно характеризувати об'єкт. Зокрема, технологічні параметри оптимізації недостатньо універсальні: вони не враховують економіку. Універсальністю володіють, наприклад, узагальнені параметри оптимізації, які будуються як функції від декількох приватних параметрів.

Бажано, щоб параметр оптимізації мав фізичний зміст, був простим і легко обчислюваним.

Вимога фізичного змісту пов'язане з подальшою інтерпретацією результатів експерименту.

Таким чином, параметр оптимізації повинен бути:

- Ефективним з точки зору досягнення мети;

- Універсальним;

- Кількісним і виражатися одним числом;

- Статистично ефективним;

- Що мають фізичний зміст, простим і легко обчислюваним.

У тих випадках, коли виникають труднощі з кількісною оцінкою параметрів оптимізації, доводиться звертатися до рангових підходу. У ході дослідження можуть змінюватися апріорні уявлення про об'єкт дослідження, що призводить до послідовного підходу при виборі параметра оптимізації.

З багатьох параметрів, що характеризують об'єкт дослідження, тільки один, часто узагальнений, може служити параметром оптимізації. Решта розглядаються як обмеження.

**1.4 Фактори оптимізації**

Фактором називається вимірювана змінна величина, що приймає в деякий момент часу певне значення. Фактори відповідають способів впливу на об'єкт дослідження.

Так само, як і параметр оптимізації, кожен фактор має область визначення. Фактор вважають заданим, якщо разом з його назвою вказана область його визначення.

Під областю визначення розуміється сукупність всіх значень, які в принципі може приймати даний фактор.

Сукупність значень фактора, яка використовується в експерименті, є підмножиною з безлічі значень, що утворюють область визначення. Область визначення може бути безперервної і дискретної. Однак в основному, в задачах планування експерименту, використовуються дискретні області визначення. Так, для факторів з безперервною областю визначення, таких, як температура, час, кількість речовини тощо, завжди вибираються дискретні безлічі рівнів.

У практичних завданнях області визначення чинників, як правило, обмежені. Обмеження можуть носити принциповий або технічний характер.

Фактори класифікують залежно від того, чи є фактор змінною величиною, яку можна оцінювати кількісно: вимірювати, зважувати, титрувати і т.п., або ж він - деяка змінна, що характеризується якісними властивостями.

Фактори поділяються на кількісні та якісні.

Якісні фактори - це різні речовини, різні технологічні способи, апарати, виконавці і т.д.

Хоча якісним чинникам не відповідає числова шкала в тому сенсі, як це розуміється для кількісних факторів, однак можна побудувати умовну порядкову шкалу, яка ставить у відповідність рівням якісного фактора числа натурального ряду, тобто виробляє кодування. Порядок рівнів може бути довільний, але після кодування він фіксується.

Якісним факторів не відповідає числова шкала, та порядок рівнів факторів не грає ролі.

Час реакції, температура, концентрація реагуючих речовин, швидкість подачі речовин, величина рН - це приклади найбільш часто зустрічаються кількісних факторів.

При плануванні експерименту фактори повинні бути керованими. Це означає, що експериментатор, вибравши потрібне значення чинника, може його підтримувати постійним протягом всього досвіду, тобто може керувати фактором. Планувати експеримент можна тільки в тому випадку, якщо рівні факторів підкоряються волі експериментатора.

Приклад: Ви вивчаєте процес синтезу аміаку. Колона синтезу встановлена на відкритому майданчику. Чи є температура повітря фактором, який можна включити до планування експерименту?

Температура повітря - фактор некерований. Ми ще не навчилися робити погоду на замовлення. А в плануванні можуть брати участь тільки ті фактори, якими можна управляти, - встановлювати і підтримувати на вибраному рівні протягом досвіду або змінювати за заданою програмою. Температурі навколишнього середовища в даному випадку керувати неможливо. Її можна тільки контролювати.

Щоб точно визначити фактор, потрібно вказати послідовність дій (операцій), за допомогою яких встановлюються його конкретні значення (рівні). Таке визначення фактора будемо називати операційним. Так, якщо фактором є тиск в деякому апараті, то абсолютно необхідно вказати, в якій точці і за допомогою якого приладу воно вимірюється і як воно встановлюється. Введення операціонального визначення забезпечує однозначне розуміння фактора.

З операційним визначенням пов'язані вибір розмірності фактора і точність його фіксування.

Точність виміру факторів повинна бути якомога вищою. Ступінь точності визначається діапазоном зміни факторів. При вивченні процесу, який триває десятки годин, немає необхідності враховувати частки хвилини, а у швидких процесах необхідно враховувати, можливо, частки секунди.

Фактори повинні бути безпосередніми впливами на об'єкт. Фактори повинні бути однозначні. Важко керувати фактором, який, є функцією інших факторів. Але в плануванні можуть брати участь складні фактори, такі, як співвідношення між компонентами, їх логарифми і т.п.

При плануванні експерименту зазвичай одночасно змінюється кілька факторів. Тому дуже важливо сформулювати вимоги, які пред'являються до сукупності факторів. Перш за все висувається вимога сумісності. Працює з чинників означає, що всі їх комбінації здійсненні і безпечні. Це дуже важлива вимога.

При плануванні експерименту важлива незалежність факторів, тобто можливість встановлення фактору на будь-якому рівні незалежно від рівнів інших факторів. Якщо ця умова нездійсненна, то неможливо планувати експеримент.

Таким чином, встановили, що фактори - це змінні величини, що відповідають способів впливу зовнішнього середовища на об'єкт.

Вони визначають як сам об'єкт, так і його стан. Вимоги до факторів: керованість і однозначність.

Керувати чинником - це значить встановити потрібне значення і підтримувати його постійним протягом досвіду або змінювати за заданою програмою. У цьому полягає особливість «активного» експерименту. Планувати експеримент можна тільки в тому випадку, якщо рівні факторів підкоряються волі експериментатора.

Фактори повинні безпосередньо впливати на об'єкт дослідження.

Вимоги до сукупності факторів: сумісність і відсутність лінійної кореляції. Вибране безліч факторів повинне бути досить повним. Якщо який-небудь істотний фактор пропущено, це призведе до неправильного визначення оптимальних умов або до великої помилку досвіду. Фактори можуть бути кількісними та якісними.

**РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ РОЗРОБЛЕННОГО ПРИСТРОЮ**

**2.1 Загальний опис розробленого пристрою**

В даній роботі я зробив розрахунок собівартості мікропроцесорного пристрою, на основі МК AT90S2313. Прилад має сім входів й один звуковий вихід. До кожного з входів підключена кнопка. При натисканні однієї з кнопок пристрій має видати звуковий сигнал певної частоти. Кожній кнопці повинна відповідати своя частото звукового сигналу. Якщо не одна з кнопок не нажата – пристрій має мовчати.

Напруга живлення Uж = 5В. Прилад підключається до сіті 220В.

Конструктивно пристрій виконано з 2 блоків:

* Мікропроцесорно–виконавчого модуля;
* Модуль блоку живлення;

Блоки відключаються один від одного, що робить пристрій більш комунікабельним.

Собівартість - це вираз у грошовій формі витрат на виготовлення даного продукту (пристрою). Вони діляться на прямі та непрямі.

В склад собівартості (далі кошторис) розробки входять слідуючи статті витрат:

* матеріали, покупні вироби і напівфабрикати; (Вм)
* спеціальне обладнання задля проведення розробки; (Воб)
* основна заробітна плата розробника (виконавця); (Зо)
* додаткова заробітна плата; (Зд)
* відрахування на соціальні заходи; (Сп)
* зміст і експлуатація устаткування; (Взаг)
* накладні витрати; (Нв)
* інші витрати. (Виш).

Принципіальну схему та лістинг розробки приведено у додатках!

**2.2 Розрахунок прямих витрат**

До прямих витрат відносяться витрати на матеріали, купівельні вироби і напівфабрикати, транспортно-заготівельні витрати, основна і додаткова заробітна плата виробничих робітників і відрахування на соціальні заходи.

Вартість матеріалів, покупних виробів та напівфабрикатів (Вм) оцінюється за діючими ринковими цінами з урахуванням транспортно-заготівельних витрат за формулою (1)



де *NMI* та *NnI* - кількість матеріалів, купівельних напівфабрикатів і комплектуючих виробів (шт.);

ЦMI *та ЦnI -* вартість матеріалів, напівфабрикатів, (грн.);

Результат розрахунку Кт.з - коефіцієнт транспортно-заготовчих витрат, Ктз - (1,03... 1,05).

Таблиця 1 – Результат розрахунків по статті «матеріали, покупні вироби, напівфабрикати». Прайслист радіоелектронних товарів приведено в додатках

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Найменування | Кількість | Ціна за од. Гр. | Загальна сума Гр. |
|  | Резистор МЛТ-0,125-200Ом | 2 | 0,26 | 0.52 |
|  | П/ПМ КЦ405 | 1 | 13,46 | 13.46 |
|  | Конденсатор К10-17В-М1500 | 2 | 0,12 | 0,24 |
|  | Конденсатор К50-35 М1000х16В | 2 | 4,82 | 9,64 |
|  | Кварцовий резонатор HC-49U 4мГЦ | 1 | 1,10 | 1,10 |
|  | Стабілізатор L7805 | 1 | 4,82 | 4,82 |
|  | МК ATini2313 | 1 | 24 | 24 |
|  | ТП-50-8 трансформатор | 1 | 101 | 101 |
|  | SMA-13S пьезоизлучатель с генератором 13 мм SMD | 1 | 69.68 | 69.68 |
|  | Мікроперемикач МП9-Р1 | 7 | 6.13 | 42.91 |
|  | 50х100мм (1.5) 1-сторонній стеклотекстоліт | 2 | 9,61 | 19.22 |
|  | Корпус для РЄА 101х54х41.7мм | 2 | 30.19 | 60.38 |
|  | Припій ПОС40ТРd=2мм спіраль, 1м | 2 | 4,54 | 9.08 |
|  | Стійка для плати 6мм, латунь | 8 | 4,67 | 56,04 |
|  | Винти для стоєк | 24 | 0,57 | 13,68 |
|  | Шнур живлення 1,8м | 1 | 15,10 | 15,10 |
|  | Кабель між блочний 1,8м | 3 | 11.88 | 35.64 |
|  | Соляна кислота | 300гр | 1,50 | 1,50 |
| Разом | | | | 462.91 |

Транспортно-заготовчі витрати розраховуються за формулою (2)



де Вм , ВНФ , ВКВ - вартість матеріалів, напівфабрикатів, купівельних виробів(гр.);

- %транспортно-заготовчих витрат – 4%.



гр.



Розрахуємо вартість спеціального обладнання для проведення розробки. Для розробки використовується обладнання:

* програматор;
* принтер;
* персональний комп'ютер;
* свердлильний станок;
* набор інструментів (Паяльник, інструмент, мультиметр)

Таким чином у кошторис включають тільки амортизаційні відрахування за нормативами прямолінійного методу.

Вони розраховуються за формулою:



де М - кількість обладнання,

НА - норма амортизації (15%);

Ц ОБ - вартість обладнання, грн.;

tn - час використання обладнання у роботі, роки.

Розрахунок амортизаційних відрахувань на спеціальне обладнання приведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Розрахунок амортизаційних відрахувань на спеціальне обладнання

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Найменування Обладнання | Кількість Од | | Ціна Одиниці Грн. | Час Використанн, міс | Річна мортизація, грн. | | Всього |
| 1 | ПК DIAMANT VX-12160 | 1 | | 1740.48 | 9.0 | 193.39 | | 193.39 |
| 2 | Монітор TFT AcerAL1916CS | 1 | | 1398.96 | 9.0 | 155.44 | | 155.44 |
| 3 | Принтер Samsung ML-2850F | 1 | | 697.20 | 9.0 | 77.47 | | 77.47 |
| 4 | Програма тор UPERPRO-28U | 1 | | 2679.64 | 9.0 | 297.74 | | 297.74 |
| 5 | ББЖ IPPON Back Pro 400 | 1 | | 420 | 12.0 | 35 | | 35 |
| 6 | Паяльник СТ-86А | 1 | | 229.2 | 9 | 25.47 | | 25.47 |
| 7 | Мультиметр | 1 | 234,67 | | 9 | | 26.07 | 26.07 |
| 8 | Міні дрель СТ-800 | 1 | 508.09 | | 9 | | 56.45 | 56.45 |
| 9 | Набір інструментів | 1 | 401.80 | | 12 | | 33.48 | 33.48 |
| Всього: | | 900.51 | | | | | | |

У статті основна заробітна плата виконавців визначається витрати на оплату праці, які безпосередньо зайняті виготовленням продукту, пристрою та інші.

Приймаємо оклад виконавця - 950 грн.

Вихідні дані задля розрахунку заробітної плати:

* Дійсний (ефективний) фонд часу у 2009 р. - 22 години.
* Термін виконання роботи -120 год.

Загальна трудомісткість виконання складає 120 годин, тоді заробітна плата розраховується за формулою

**,**



Де *О* - оклад зарплати (місяць) *0,1-* додаткова заробітна плата



Основна заробітна плата розраховується за формулою:



де О - оклад, грн.; 120 годин-термін виконання завдання

годин на місяць



=647.73+64,77=712.46*грн.*



* Відрахування у Пенсійний Фонд - 2% від нарахованої заробітної плати (712.46грн.);



* Відрахування у Фонд безробіття - 0,6% від нарахованої заробітної плати (750грн.);



* Відрахування у Фонд непрацездатності - 0,5% від нарахованої заробітної плати (712.46грн.).



Тоді заробітна плата буде дорівнювати:



Сума відрахувань на соціальні заходи:



**2.3 Розрахунок непрямих витрат**

До непрямих витрат входять:

* Зміст і експлуатація машин і устаткування;
* Загальні виробничі витрати;

Стаття «Зміст і експлуатація машин і устаткування» є комплексною і включає:

* Амортизаційні відрахування;
* Електроенергія, паливо;
* Технологічний інструмент;
* Ремонт
* Оплата праці обслуговуючого персоналу.

Витрати на зміст і експлуатацію устаткування визначається пропорційно відпрацьованих - машино(верстата)-годин. Проте зважаючи на його неточність, розрахунок виробляється пропорційно основної заробітної плати:

Виробничих робітників:



де *ЗО* - основна заробітна плата, грн.

*КСЕ0 -* відсоток витрат на зміст і експлуатацію устаткування -15%

*грн.*



Накладні витрати -120% від основної зарплати виконавця:



Стаття «Загальні виробничі витрати» включає заробітну плату , зарплату консультантів, амортизацію приміщень, витрати на їх ремонт, вартість господарчого інвентарю.

Витрати по цій статті визначаються за формулою:



де *30 -* основна заробітна плата, грн.;

*КЗАГ -* відсоток витрат на зміст і експлуатацію устаткування - 20%

*ВЗАГ=* 129.55 *грн*.

Виробнича собівартість розробленого прстрою є сумою всіх статей витрат і визначається за формулою:

*Свиробн..* = *Вм + Воб +ТЗВ+ 30 + Зд + Сп+ Рсео + Взаг +НВ*

Тоді виробнича собівартість приладу буде дорівнюватиме:

*Свиробн.* = 462.91 + 900.51+21.40 + 647,73 + 64,77+ 12.81 + 97.16 + 129.55 + 776.4=3113.24гр.

**Висновок**

Планування екстремальних експериментів застосовують у тих випадках, коли експериментатора цікавлять умови, за яких досліджуваний процес задовольняє деякому умовою оптимальності (наприклад, найбільшим або найменшим рівнем зовнішніх впливів, виходу результуючого продукту).

Планування експериментів зі з'ясування механізму явищ ставить своєю метою з'ясування поведінки досліджуваного об'єкта і (або) побудова моделі.

1. Експеримент є важливим засобом зниження витрат і ризиків у системах управління.

2. В міру ускладнення систем управління експеримент трансформується з категорії локальної у глобальну.

3. Безліч методів планування експериментів під час випробування систем управління можна розділити на підмножини універсальних і спеціальних методів.

4. Методи планування експерименту можуть застосовуватися як:

- Самостійні методи прогнозування і планування, зокрема, як методи прогнозування за аналогією;

- Допоміжні елементи технології при прогнозуванні і плануванні з використанням формальних моделей системи управління;

- Методи планування випробувань автоматизованих систем управління і планування.

5. При широкому підході до методів теорії планування експериментів можуть бути віднесені:

-логіко-математичне планування функціональних випробувань;

- Регресійні факторний планування;

- Інтерпретація випробувань як процесу підвищення «навчання» системи;

- Інтерпретація випробувань як процесу підвищення надійності;

- статистичний кореляційний метод;

- Розрахунок на основі базових коефіцієнтів;

- Метод перекладних коефіцієнтів і бальних оцінок, що розглядається як різновид методу базових коефіцієнтів, а також модифікація цього методу, що використовується іноді з метою підвищення точності методу;

- Розрахунок обсягів випробувань для забезпечення статистичної достовірності (довірчої ймовірності) результату випробувань;

- Використання умовних ймовірностей (теореми Байеса);

- Використання функцій штрафу.

6. Можливість застосування того чи іншого методу планування експерименту при дослідженнях системи управління визначається рядом факторів: цілями випробувань, об'єктом, об'ємом наявний про об'єкт випробувань інформації (видом його типового уявлення) та ін

7. Дослідження процесу випробувань систем управління дозволяє оцінити: досягнуті показники; витрати на отримання результату і ризики його використання.

8. Дослідження процесу випробувань може включати аналіз планування випробувань, проектування об'єктів і технічних обстановок, комплексування та ін

**СПИСОК ВИКОРЕСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Бойчик І.М., Хорів П.С., Хопчан М.І. Економіка підприємства. - Львів: У"Сполом",-1998.-212с.
2. Бойчик І.М. Економіка підприємства. Навчальний посібник. - К.:Атіка, 2002. - 480 с.
3. Грузинов В.П., Грибів В.Д. Економіка підприємства: Підручн. посібник. -2-і вид.- М.: Фінанси і статистика, 1998. - 208 с.
4. Економіка й організація промислового виробництва. Підручн. - метод, посібник/ Під ред. ДемічеваА.І. - М.: 1984.-351 с.
5. Економіка підприємства: Підручник / Під ред. проф. Волкова О.І.- 2-е вид. перероб. і доп. - М.: ИНФРА-М, 2000.- 501 с.
6. Економіка підприємства: Підручник для вузів /Аврашков Л.Я., Адамчук В.В., Антонова О.В і ін.: Під ред.проф. Горфинкеля В.Л., проф. Швандара В.А..- 2-е вид., перероблене і доповнено. - М.: Банки і біржі, ЮНИТИ, 2000. - 742 с.
7. Економіка підприємства: Підручник під ред. проф. Сафонова Н.А. - М.:"Юристь",1998.- 584 с.
8. Економіка підприємства: Підручник/ За заг. ред. С.Ф. Подкропивного. - Вид. 2-ге, перероб та доп.- К.: КНЕУ, 2001. - 528 с, іл.
9. Жуков І.А., Гуменюк В.О., Альтман І.Є. Комп’ютерні мережі та технології: Навч. Посібник. - К.:НАУ, 2004.-276 с.
10. Курочкін А.С. Організація виробництва: Конспект лекцій. - К.: МАУП, 1997. - 116 с.
11. Курс економіки: Підручник / Під ред. Райзберга Б.А..- ИНФРА-М, 1997.-720 с.
12. Максимов Н.В., Попов И.И. Комп’ютерні сітки: Учебное пособие. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. - 336 с: ил. - (Професиональное образование).
13. Маслов В.П. Інформаційні системи і технології в економіці: Навчальний посібник - Київ: <Слово>, 2005.-264 с.
14. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник. - Харків: ТОВ (Компанія СМІТ». 2006. - 592 с.
15. Приймак Т.А. Планування діяльності підприємств: Конспект лекцій. - К.: МАУП, 1998. -59 с.

1.6. Раіцький К.А. Економіка підприємства: Підручник для вузів. - 2-е вид. - М: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 2000. - 696 с.

1. Тараскж Г.М., Шваб Л.І. Планування діяльності підприємства: Навч. посіб 2-е вид. - К.: Каравела, 2005.-312 с.