

ЛЕКЦІЯ 11

Розділ 2. Сучасні інструментальні засоби наукових досліджень

Тема 2.2: Методи і засоби досліджень показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів

Лекція 11. Методика проведення експериментальних досліджень та оформлення їх результатів

План

1. Методика проведення експериментальних досліджень.
2. Оформлення результатів наукових досліджень.

1. Методика проведення експериментальних досліджень.

Найбільш важливою складовою частиною наукового дослідження є експеримент (лат. *experimentum* – проба, дослід) - метод емпіричного дослідження, що базується на активному та цілеспрямованому втручанні суб'єкта у процес наукового пізнання явищ та предметів реальної дійсності шляхом створення умов, що контролюються та управляються, які дозволяють встановлювати визначені якості та закономірні зв'язки в об'єкті, що досліджується, та багатократно їх відтворювати.

Від звичайного, щоденного, пасивного спостереження експеримент відрізняється активним впливом дослідника на явище, що вивчається.

Основною метою експерименту є виявлення властивостей досліджуваних об'єктів, підтвердження наукових гіпотез і на цій основі більш широке та поглиблене вивчення теми наукового дослідження.

Проведення експериментальних досліджень передбачає здійснення ряду пізнавальних операцій:

- визначення цілей експерименту на основі існуючих теоретичних концепцій з урахуванням потреб практики та розвитку самої науки;
- теоретичне обґрунтування умов експерименту;
- розроблення основних принципів, створення технічних засобів для проведення експерименту;
- спостереження, вимірювання та фіксація виявлених у ході експерименту властивостей, зв'язків, тенденцій розвитку досліджуваного об'єкта;
- статистична обробка результатів експерименту;

- попередня класифікація та порівняння статистичних даних.

Експеримент дає можливість досліджувати, по-перше, об'єкти в так званому чистому вигляді; по-друге, в екстремальних умовах, що сприяє більш глибокому проникненню в їхню сутність; по-третє, важливою перевагою експерименту є його повторюваність.

Класифікація експериментів

1 За призначенням об'єкта експерименту: природничонаукові (хімічні, біологічні, фізичні), виробничі, педагогічні, соціологічні, економічні тощо.

2 За характером зовнішніх впливів на об'єкт дослідження: речовинні, енергетичні, інформаційні.

Речовинний експеримент передбачає вивчення впливу різних речовинних факторів на стан об'єкта дослідження, наприклад, вплив вмісту компонентів вогнегасної речовини на час ліквідації горіння.

Енергетичний експеримент використовується для вивчення впливу різних видів енергії (електромагнітної, механічної, теплової тощо) на об'єкт дослідження.

Інформаційний експеримент використовується для вивчення впливу інформації на об'єкт дослідження.

3 За характером об'єктів та явищ, що вивчаються в експерименті: технологічні, соціометричні тощо.

Технологічний експеримент спрямований на вивчення елементів технологічного процесу (продукції, обладнання, діяльності робітників тощо) або процесу в цілому.

Соціометричний експеримент використовується для вимірювання існуючих міжособистісних соціально-психологічних відносин у малих групах з метою їх подальшої зміни.

4 За структурою об'єктів та явищ, що вивчаються в експерименті: прості та складні.

Простий експеримент використовується для вивчення простих об'єктів, які мають у своєму складі невелику кількість взаємозв'язаних та взаємодіючих елементів, що виконують прості функції.

У складному експерименті вивчаються явища або об'єкти з розгалуженою структурою та великою кількістю взаємозв'язаних та взаємодіючих елементів, що виконують складні функції.

5 За способом формування умов проведення експерименту: природні та штучні.

Природні експерименти характерні для біологічних, соціальних, педагогічних, психологічних наук, наприклад, при вивченні соціальних явищ

(соціальний експеримент) в обставинах, наприклад, виробництва, побуту тощо.

Штучні експерименти широко використовуються в багатьох природничонаукових або технічних дослідженнях у тому числі і в галузі пожежної безпеки. У цьому випадку вивчаються явища, що ізольовані до потрібного стану, для того щоб оцінити їх в кількісному та якісному відношеннях.

6 За організацією проведення експерименту: лабораторні, натурні, польові, виробничі, відкриті або закриті тощо.

Лабораторні досліди проводять з використанням типових приладів, спеціальних моделюючих установок, стендів, обладнання тощо.

Натурний експеримент проводиться в природних умовах та на реальних об'єктах. Залежно від місця проведення натурні експерименти поділяють на виробничі, польові, полігонні тощо.

Експерименти можуть бути відкритими та закритими. Такі типи експериментів значно поширені в психології, соціології, педагогіці. У відкритому експерименті його завдання відкрито пояснюються тим, хто досліджується, у закритому – для одержання об'єктивних даних завдання експерименту приховуються.

7 За характером взаємодії засобу експериментального дослідження з об'єктом дослідження: звичайні та модельні.

Звичайний (класичний) експеримент включає експериментатора, об'єкт або предмет експериментального дослідження та засоби, за допомогою яких проводиться експеримент.

Модельний експеримент базується на використанні як об'єкта, що досліджується, моделі, яка може не тільки замінювати в дослідженні реальний об'єкт, але і умови, в яких він вивчається.

8 За типом моделей, що досліджуються в експерименті: матеріальні та розумові.

Матеріальний експеримент є формою об'єктивного матеріального зв'язку свідомості з зовнішнім світом. У матеріальному експерименті використовуються матеріальні об'єкти дослідження.

Розумовий (ідеалізований, уявний) експеримент є однією з форм розумової діяльності суб'єкта, у процесі якої в його уяві відтворюється структура реального експерименту, тобто засобами розумового експерименту є розумові моделі (чуттєві образи, образно-знакові моделі, знакові моделі).

9 За величинами, що контролюються в експерименті: пасивні та активні.

Пасивний експеримент передбачає вимірювання тільки вибраних

показників (параметрів, змінних) в результаті спостереження за об'єктом без втручання в його функціонування.

Активний експеримент пов'язаний з вибором спеціальних вхідних сигналів (факторів) та контролює вхід та вихід системи, що досліджується.

10 За числом факторів, що варіюються в експерименті: однофакторні та багатофакторні.

Однофакторний експеримент передбачає: виділення необхідних факторів; стабілізацію факторів, що заважають; почергове варіювання факторів, що цікавлять дослідника.

Стратегія багатофакторного експерименту полягає в тому, що варіюються всі змінні відразу, і кожний ефект оцінюється за результатами всіх дослідів, що були проведені в даній серії досліджень.

11 За метою дослідження: перетворюючі, констатуючі, контролюючі, пошукові, вирішальні.

Перетворюючий (творчий) експеримент включає активну зміну структури та функцій об'єкта дослідження у відповідності до висунутої гіпотези, формування нових зв'язків та відносин між компонентами об'єкта або між досліджуваним об'єктом та іншими об'єктами.

Констатуючий експеримент використовується для перевірки відповідних передбачень. У процесі такого експерименту констатується наявність визначеного зв'язку між впливом на об'єкт дослідження та результатом.

Контролюючий експеримент зводиться до контролю за результатами зовнішніх впливів на об'єкт дослідження з урахуванням його стану, характеру впливу та ефекту, що очікується.

Іноді виникає необхідність провести пошукові експериментальні дослідження. Вони необхідні в тому випадку, якщо виникають труднощі в класифікації всіх факторів, що впливають на явище, яке вивчається внаслідок відсутності достатньої кількості попередніх даних.

Вирішальний експеримент ставиться для перевірки справедливості основних положень фундаментальних теорій у тому випадку, коли дві або декілька гіпотез однаково узгоджуються з багатьма явищами. Така узгодженість призводить до труднощів у визначеності правильності гіпотез. Вирішальний експеримент відповідає на питання «так чи ні?».

Методологія експериментальних досліджень

Методологія експерименту – це загальна структура (методика) експерименту, тобто постановка та послідовність виконання експериментальних досліджень.

Експеримент включає такі основні етапи:

- 1) розроблення плану - програми експерименту;
- 2) оцінку вимірювання та вибір засобів для проведення експерименту;
- 3) проведення експерименту;
- 4) обробку та аналіз експериментальних даних.

Наведена кількість етапів характерна для традиційного експерименту. Разом з цим останнім часом широко використовують математичну теорію експерименту, яка дозволяє значно підвищити точність та зменшити обсяг експериментальних досліджень.

У цьому випадку експеримент включає такі етапи: розроблення плану – програми експерименту; оцінку вимірювання та вибір засобів для проведення експерименту; математичне планування експерименту з одночасним проведенням експериментального дослідження, обробкою та аналізом одержаних даних.

Зупинимося дещо детальніше на окремих етапах експериментального дослідження.

Розроблення плану-програми експерименту. План-програма включає найменування теми дослідження, робочу гіпотезу, методику експерименту, план створення експериментальної ситуації, перелік необхідних матеріалів, приладів, установок, список виконавців експерименту, календарний план робіт і кошторис витрат на виконання експерименту. В ряді випадків до плану-програми включають роботи з конструювання та виготовлення приладів, апаратів, пристроїв, їх методичне обстеження, а також програми дослідних робіт на підприємствах.

Одним з найбільш важливих етапів складання плану-програми є визначення мети і завдань експерименту. Чітко обґрунтовані завдання – це вагомий внесок у їх вирішення. Кількість завдань повинне бути невеликим. Для конкретного (некомплексного) експерименту оптимальна кількість завдань 3 – 4. У великому комплексному експерименті їх може бути 8 – 10.

Основа плану-програми - методика проведення експерименту. В методиці детально проектують процес проведення експерименту. Спочатку складають послідовність (черговість) проведення операцій вимірювань та спостережень.

Потім ретельно описують кожну операцію окремо з урахуванням вибраних засобів для проведення експерименту. Особливу увагу приділяють методам контролю якості операцій, які повинні забезпечувати при мінімальній(раніше встановленій) кількості вимірів високу надійність та задану точність. Розробляють форми журналів для запису результатів вимірів та спостережень.

Важливим розділом методики є вибір методів обробки та аналізу

експериментальних даних. Обробка даних зводиться до систематизації всіх цифр, класифікації, аналізу. Результати експериментів повинні бути зведені до таких форм запису – таблиць, графіків, формул, номограм, які дозволяють швидко та доброякісно співвідносити одержані результати.

Особливу увагу в методиці повинно бути приділено математичним методам обробки та аналізу одержаних дослідних даних – встановленню емпіричних залежностей, апроксимації зв'язків між варіюючими характеристиками, встановленню критеріїв тощо.

Після розроблення методики визначають обсяг та трудомісткість експериментальних досліджень, які залежать від глибини теоретичних розробок, ступеня точності прийнятих засобів вимірювання. Чим чіткіше сформульована теоретична частина дослідження, тим менший обсяг експерименту. На обсяг та трудомісткість експерименту істотно впливає і вид експерименту.

Після встановлення обсягу експериментальних робіт складають перелік необхідних засобів вимірювання, матеріалів, список виконавців, календарний план та кошторис витрат.

Не менш важливим є неодмінне розроблення в рамках плану-програми експериментального дослідження, так званого плану створення експериментальної ситуації.

Експериментальна ситуація – це сукупність умов, за яких проводиться експеримент.

План створення експериментальної ситуації завжди пов'язаний не лише з завданнями, методикою, але і з конкретним об'єктом, на якому потрібно вирішувати поставлені завдання та реалізовувати саму методику.

На завершення план-програму експериментального дослідження розглядає науковий керівник, обговорюють в науковому колективі та затверджують в установленому порядку.

Оцінка вимірювання та вибір засобів для проведення експерименту. Обґрунтування засобів вимірювання – це вибір необхідних для спостережень та вимірювань приладів, обладнання, машин, апаратів тощо. Засоби вимірювання можуть бути вибрані стандартні або за їх відсутності виготовлені самостійно.

Дуже відповідальною частиною є встановлення точності вимірів та похибок. Методи вимірювання повинні базуватися на законах спеціальної науки – метрології.

Проведення експерименту. Проведення експерименту є найважливішим та трудомістким етапом. Експериментальні дослідження необхідно проводити у відповідності до затвердженого плану-програми і

особливо методики експерименту. Розпочинаючи експеримент, остаточно уточнюють методику його проведення, послідовність випробувань.

Обробка та аналіз експериментальних даних. Завершується експеримент переходом від емпіричного вивчення до обробки отриманих даних, логічних узагальнень, аналізу і теоретичної інтерпретації отриманого фактичного матеріалу.

Загальні вимоги до проведення експерименту

При проведенні експерименту потрібно дотримуватися таких загальних вимог:

- об'єкт дослідження повинен допускати можливість опису системи змінних, що визначають його функціонування;
- потрібно мати можливість проведення якісних та кількісних вимірів факторів, які впливають на об'єкт дослідження, зміну його стану або поведінки під час експерименту;
- опис об'єкта експериментального дослідження потрібно проводити в системі його складових;
- потрібне обов'язкове визначення та опис умов існування об'єкта дослідження (галузь, тип виробництва, умови праці тощо);
- потрібно мати чітко сформульовану експериментальну гіпотезу про наявність причинно-наслідкових зв'язків;
- необхідне предметне визначення понять сформульованої гіпотези експерименту;
- потрібне обґрунтоване виділення незалежної та залежної змінних;
- потрібний обов'язковий опис специфічних умов діяльності об'єкта дослідження (місце, час, соціально-економічна ситуація тощо).

Типові помилки в проведенні експерименту

- 1) Сформульовані гіпотези не відбивають проблемну ситуацію, суттєві залежності у даного об'єкта.
- 2) Як незалежну змінну виділено фактор, який не може бути причиною, сталою детермінантою процесів, що відбуваються у даному об'єкті.
- 3) Зв'язки між залежною та незалежною змінною мають випадковий характер.
- 4) Допущено помилки в попередньому описі об'єкта, що призвело до неправильної емпіричної інтерпретації змінних і вибору неадекватних показників.
- 5) Допущено помилки при формулюванні дослідних і контрольних вихідних результатів експерименту, виявляється

значна їх різниця, що викликає сумніви в можливості порівняти ці групи за складом змінних.

- 6) Важко підібрати контрольний об'єкт за однорідними або схожими з експериментальними параметрами.
- 7) При аналізі результатів експерименту переоцінюється вплив незалежної змінної на залежну без урахування впливу випадкових факторів на зміни в експериментальній ситуації.

Робоче місце експериментатора.

Робочим місцем експериментатора називається частина робочого простору, на яке поширюється безпосередній вплив експериментатора в процесі дослідження.

Робочий простір – це частина лабораторного або виробничого приміщення, оснащена необхідними експериментальними засобами, що обслуговується одним або групою дослідників. Робочий простір може бути стаціонарним (в лабораторіях, науково-дослідних закладах, полігонах тощо); умовно-стаціонарним (у пересувних лабораторіях, на тимчасових полігонах); мобільним (у ходових лабораторіях).

Лабораторія являє собою спеціально обладнане приміщення, в якому проводяться експериментальні дослідження.

Дослідник (експериментатор) в лабораторії виконує відповідальну роботу, від якої залежить правильність вирішення теоретичної або практичної задачі в цілому. Точність при виконанні методики дослідження, акуратність, старанність при плануванні і підготовці експерименту, уважність при його проведенні – основні умови ефективності експериментальної роботи.

Особливе місце серед причин невдач експериментальних досліджень займають суб'єктивні, джерелами яких є психологічні або психофізіологічні причини. Наприклад, психологічними причинами похибок можуть бути психологічні бар'єри та інерційність мислення. Часто нові неочікувані результати експерименту дослідник намагається пояснити з позицій старих уявлень, і якщо вони не вкладаються в старі уявлення, то розглядаються ним як помилки та відкидаються. Тут має місце інерційність мислення, віра в досконалість та універсальність старих уявлень, іноді страх перед новим. Іноді дослідник у процесі аналізу результатів експерименту позасвідомо підганяє експериментальні дані, щоб підтвердити раніше висунуту гіпотезу. Іноді помилки в експерименті пов'язані з тим, що дослідник не уявляє чітко, що він має одержати у результаті експерименту.

Все це свідчить про необхідність ретельної підготовки експерименту та багаторазової перевірки його результатів. Розпочинаючи експеримент,

дослідник повинен ще раз обдумати та уточнити методику, підготувати всю необхідну документацію (акти, лабораторні зошити, журнали), яка призначена для реєстрації ходу та результатів експерименту.

Обов'язковою вимогою до проведення експерименту є ведення журналу. Форма журналу може бути довільною, але найкраще відповідати процесу, що досліджується для максимальної фіксації всіх факторів.

У процесі експериментальних робіт необхідно строго дотримуватися вимог промислової санітарії, техніки безпеки, пожежної безпеки. Особливо ретельно потрібно виконувати ці вимоги при проведенні виробничих експериментів. Результати деяких лабораторних та більшості виробничих експериментів оформлюються протоколом, який підписується керівником виробництва та експериментатором.

2. Оформлення результатів наукових досліджень.

Всі матеріали, отримані в процесі дослідження, розробляють, систематизують і оформляють у вигляді наукової роботи. Це документ, який містить вичерпні систематизовані відомості про виконану роботу.

Загальні вимоги до науково-дослідної роботи: чіткість і логічна послідовність викладу матеріалу; переконливість аргументації; стислість і точність формулювань, що виключають можливість неоднозначного тлумачення; конкретність викладу результатів роботи; обґрунтованість рекомендацій та пропозицій.

Структура науково-дослідної роботи:

- Титульний лист;
- Список виконавців;
- Реферат;
- Зміст;
- Перелік умовних позначень, символів, одиниць і термінів;
- Вступ;
- Основна частина;
- Висновок;
- Список використаних джерел;
- Додатки.

Реферат повинен містити:

- Відомості про обсяг;
- Кількість ілюстрацій;
- Кількість таблиць;

- Кількість книг роботи;
- Кількість використаних джерел;
- Перелік ключових слів;
- Текст реферату.

Перелік ключових слів повинен характеризувати зміст реферованих дослідження. Перелік повинен включати від 5 до 15 ключових слів у називному відмінку, надрукованих в рядок, через коми.

Текст реферату повинен відбивати: об'єкт дослідження, мета роботи, метод дослідження і апаратуру, отримані результати і їх новизну, ступінь впровадження, рекомендації по впровадженню роботи, ефективність, область застосування, основні конструктивні і техніко-експлуатаційні характеристики.

Оптимальний обсяг тексту реферату 1200 знаків, але не більше 2000 знаків.

Введення роботи має містити оцінку сучасного стану розв'язуваної науково-дослідницької проблеми, підстава та вихідні дані для розробки теми, обґрунтування необхідності виконання роботи. У вступі повинні бути показані актуальність і новизна теми, зв'язок даної роботи з іншими НДР.

Основна частина повинна включати:

- Вибір напрямку досліджень;
- Теоретичні та (або) експериментальні дослідження;
- Узагальнення і оцінка результатів досліджень.

У НДР повинні бути відображені:

- Обґрунтування вибору прийнятого напрямку дослідження, методи розв'язання задачі і їх порівняльні оцінки, розробка загальної методики проведення дослідження, аналіз і узагальнення існуючих результатів;
- Характер і зміст виконаних теоретичних досліджень, методи досліджень, методи розрахунку, для експериментальних робіт - обґрунтування необхідності проведення експериментальних досліджень, принцип дії розробленої апаратури, характеристики цієї апаратури, оцінка похибок вимірювань, отримані експериментальні дані;
- Оцінка повноти вирішення поставленого завдання, відповідність виконаних досліджень програмі, оцінка достовірності отриманих результатів (характеристик, параметрів), їх порівняння з аналогічними результатами вітчизняних і зарубіжних праць, обґрунтування необхідності проведення додаткових досліджень, негативні результати, що призводять до необхідності припинення

подальших досліджень.

- Висновок повинен містити короткі висновки за результатами виконаної НДР або окремих її етапів, пропозиції щодо їх використання, включаючи впровадження, оцінку техніко-економічної ефективності впровадження. У висновку до роботи, для якої визначення техніко-економічний ефект неможливо, необхідно вказувати народногосподарський, науковий, соціальна цінність результатів роботи.
- У додатку слід включати звіт про патентні дослідження, якщо вони проводилися при виконанні НДР, і перелік бібліографічних описів публікацій, авторських свідоцтв, патентів, якщо вони були опубліковані або отримані в результаті виконання НДР.

При необхідності в додатку слід включати допоміжний матеріал з метою повноти звіту:

- Проміжні математичні докази, формули і розрахунки;
- Таблиці допоміжних цифрових даних;
- Протоколи і акти випробувань;
- Описи апаратури і приладів, застосованих при проведенні експериментів, вимірювань і випробувань;
- Інструкції та методики, опису алгоритмів і програм завдань, що вирішуються на ЕОМ, розроблених в процесі виконання НДР;
- Ілюстрації допоміжного характеру;
- Копію рішення вченої (науково-технічної) ради;
- Акти про впровадження результатів досліджень.

Питання для самоконтролю

1. Методика проведення експериментальних досліджень.
2. Обробка результатів вимірювань.
3. Оформлення результатів наукових досліджень.
4. Вимоги до підготовки та проведення досліджень та випробувань.
5. Вимоги до складання звітів з науково-дослідної роботи.

Рекомендована література

1. В.М. Кислий. Методологія та організація наукових досліджень.
2. Лудченко А.А., Лудченко Я.А., Примаков Т.А. Основы научных исследований: Учеб. пособие / Под ред. А.А. Лудченко. — 2-е изд., стер. — К.: О-во "Знания", КОО, 2001. — 113 с.

