

ПРОЦЕС НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Наукове дослідження. Етапи наукового дослідження

Формою існування й розвитку науки є наукове дослідження.

Мета наукового дослідження –

- визначення конкретного об'єкта і
- всебічне, достовірне вивчення його структури, характеристик, зв'язків на основі розроблених у науці принципів і методів пізнання, а також
- отримання корисних для діяльності людини результатів,
- впровадження у виробництво з подальшим ефектом.

Результати наукових досліджень оцінюються тим вище,

- чим **вища науковість** зроблених висновків і узагальнень,
- чим **достовірніше** вони й
- **ефективніше**.
- Вони повинні **створювати основу для нових** наукових розробок.

Однією з найважливіших вимог, що висуваються до наукового дослідження, є наукове узагальнення, що дозволить встановити залежність і зв'язок між досліджуваними явищами і процесами і зробити наукові висновки. Чим глибші висновки, тим вищий науковий рівень дослідження.

Наукові дослідження **розділяються** на

- фундаментальні й
- прикладні.

Під **фундаментальними** науковими дослідженнями розуміють експериментальну або теоретичну діяльність, спрямовану на **отримання нових знань** про основні закономірності побудови, функціонування й розвитку людини, суспільства, навколишнього природного середовища.

Прикладні наукові дослідження визначаються як дослідження, спрямовані переважно **на застосування нових знань** для досягнення практичних цілей і вирішення конкретних завдань.

За джерелом фінансування розрізняють наукові дослідження:

- бюджетні,
- госпдоговірні і
- нефінансовані.

Бюджетні дослідження фінансуються з коштів бюджету України. **Госпдоговірні** дослідження фінансуються організаціями - замовниками з господарських договорів. **Нефінансовані** дослідження можуть виконуватися з ініціативи вченого, індивідуального плану викладача.

За тривалістю наукові дослідження можна розділити на

- довгострокові,
- короткострокові й
- експрес-дослідження.

У науці можна виділити емпіричний і теоретичний рівні дослідження й організації знання.

Теоретичний рівень наукового знання припускає наявність особливих абстрактних об'єктів і поєднуючих їх теоретичних законів, що створюються з метою ідеалізованого опису й пояснення емпіричних ситуацій, тобто з метою пізнання сутності явищ. Їх **мета** - розширити знання суспільства й допомогти більш глибоко зрозуміти закони природи. Такі розробки використовують в основному для подальшого розвитку нових теоретичних досліджень, які можуть бути довгостроковими, бюджетними й ін.

Елементами **емпіричного знання** є факти, що отримуються за допомогою спостережень і експериментів і констатуючі якісні й кількісні характеристики об'єктів і явищ. Стійка **повторюваність** і **зв'язки** між емпіричними характеристиками виражаються за допомогою **емпіричних законів**, що часто мають імовірнісний характер.

Теоретичний рівень дослідження характеризується **перевагою логічних** методів пізнання. На цьому рівні отримані факти **досліджуються**, обробляються за допомогою **логічних понять, законів та інших форм мислення**. Тут досліджувані об'єкти подумки аналізуються, узагальнюються, осягаються їхня сутність, внутрішні зв'язки, закони розвитку.

Структурними компонентами теоретичного пізнання є

- проблема,
- гіпотеза й
- теорія.

Під **проблемою** розуміють складне теоретичне або практичне **завдання**, способи рішення якого невідомі або відомі не повністю.

Гіпотеза - це **припущення** про причину, що потребує **перевірки і доказу**, що викликає певні наслідки, про структуру досліджуваних об'єктів і характер внутрішніх і зовнішніх зв'язків структурних елементів. **Гіпотеза є науковою** лише в тому випадку, якщо вона **підтверджується фактами** і може існувати лише до того часу, **поки не суперечить** безсумнівним фактам досвіду, у протилежному разі вона стає просто фікцією. Таким чином, **наукова гіпотеза повинна відповідати** таким вимогам:

- **релевантності**, тобто відносності до фактів, на які вона опирається;
- **перевірюваності** дослідним шляхом (виняток становлять гіпотези, що не перевіряються);
- **сумісності** з існуючим науковим знанням;
- **володіння пояснювальною силою**, тобто з гіпотези повинна виводитися деяка кількість підтверджуючих її фактів, наслідків. Більшу пояснювальну силу буде мати та гіпотеза, з якої виводиться найбільша

кількість фактів;

- **простоти**, тобто вона не повинна містити ніяких довільних припущень, суб'єктивістських нашарувань.

Факти досвіду якої-небудь обмеженої наукової сфери разом зі здійсненими, строго доведеними гіпотезами **утворюють теорію**.

Теорія являє собою цілісну систему достовірних знань. Вона є **найбільш високою формою** узагальнення й систематизації знань.

Теорія - це **вчення про узагальнений досвід** (практику), що

- формулює наукові принципи й методи, які дозволяють узагальнити й пізнати існуючі процеси і явища,
- проаналізувати дію на них різних факторів і
- запропонувати рекомендації з використання їх у практичній діяльності людей.

Теорія не тільки **описує** сукупність фактів, але й **пояснює** їх, тобто **виявляє походження й розвиток** явищ і процесів, їх внутрішні і зовнішні зв'язки, причинні й інші залежності. Усі положення і висновки, що містяться в теорії, обґрунтовані й доведені.

Структуру теорії утворюють

- поняття,
- судження,
- закони,
- наукові положення,
- навчання,
- ідеї й інші елементи.

Поняття - це думка, що відображає істотні й необхідні ознаки певної безлічі предметів або явищ.

Категорія - загальне, фундаментальне поняття, що відбиває найбільш істотні властивості й відносини предметів і явищ.

Науковий термін - це слово або сполучення слів, що позначає поняття, що застосовується в науці. Сукупність понять (термінів), які використовуються в певній науці, утворює її понятійний апарат.

Судження - це думка, у якій затверджується або заперечується що-небудь.

Принцип - це подібні положення якої-небудь галузі науки. Вони є початковою формою систематизації знань (аксіоми евклідової геометрії, постулат Бора у квантовій механіці і т.д.).

Аксіома - це положення, що є вихідним, недоказовим, з якого за встановленими правилами виводяться інші положення. Логічними аксіомами є, наприклад, закон тотожності, закон протиріччя, закон виключення третього.

Закон - положення, що виражає загальний хід речей у якій-небудь області; висловлення щодо того, яким чином що-небудь є необхідним або відбувається з необхідністю. Закони об'єктивні й виражають найбільш істотні, стійкі, причинно обумовлені зв'язки і відносини між явищами й процесами.

Положення - наукове твердження, сформульована думка.

Вчення - сукупність теоретичних положень про яку-небудь область явищ дійсності.

Концепція - це система теоретичних поглядів, об'єднаних науковою ідеєю (науковими ідеями); основна думка.

Емпіричний рівень дослідження характеризується перевагою **почуттєвого пізнання** (вивчення зовнішнього світу за допомогою органів чуттів). На цьому рівні форми теоретичного пізнання наявні, але мають підпорядковане значення.

Формування теоретичного рівня науки приводить до якісної зміни емпіричного рівня. Якщо до формування теорії емпіричний матеріал, що послужив її передумовою, утворювався на базі повсякденного досвіду й природної мови, то з виходом на теоретичний рівень він "бачиться" крізь призму смислу теоретичних концепцій, які починають спрямовувати постановку експериментів і спостережень - основних методів емпіричного дослідження.

Структуру емпіричного рівня дослідження становлять

- факти,
- емпіричні узагальнення й
- емпіричні закони (залежності).

Поняття **«факт»** вживається у декількох **значеннях**:

- об'єктивна **подія, результат**, що відноситься до **об'єктивної реальності** або до сфери свідомості й пізнання;
- **знання** про яку-небудь подію, явище, вірогідність якого **доведена**;
- **пропозиція**, що **фіксує знання**, отримане в ході спостережень і експериментів.

Для **успіху наукового дослідження** його необхідно правильно

- організувати,
- спланувати й
- виконувати в певній послідовності.

Ці **плани й послідовність дій залежать** від

- виду,
- об'єкта й
- цілей наукового дослідження.

Так, якщо воно проводиться на **технічні** теми, то спочатку **розробляється**

- основний документ - техніко-економічне **обґрунтування**, а потім
- здійснюються **теоретичні** дослідження
- **експериментальні** дослідження,
- складається науково-технічний **звіт** і
- результати роботи **впроваджуються** у виробництво.

2. Ефективність наукових досліджень

Під **економічною ефективністю наукових досліджень** у цілому розуміють **зниження витрат** суспільної й живої праці на виробництво продукції в тій галузі, де впроваджують закінчені науково-дослідні роботи й дослідно-конструкторські розробки (НДР та ДКР).

Основні **види ефективності** наукових досліджень:

- **економічна** ефективність - зростання національного доходу, підвищення продуктивності праці, якості продукції, зниження витрат на наукові дослідження;
- зміцнення **обороздатності** країни;
- **соціально-економічна** ефективність - ліквідація тяжкої праці, поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці, очищення навколишнього середовища і т. д.;
- **престиж** вітчизняної науки.

Наука є найбільш ефективною сферою капіталовкладень. У світовій практиці прийнято вважати, що прибуток від капіталовкладень у неї становить 100-200% і набагато вищий прибутків будь-яких галузей. За даними закордонних економістів, на один **долар витрат на науку прибуток за рік становить 4-7 доларів і більше.**

З кожним роком наука обходиться суспільству **усе дорожче.** На неї витрачають величезні суми. Тому в економіці науки виникає й інша проблема - систематичне зниження народногосподарських витрат на дослідження при зростаючому ефекті від їхнього впровадження. У зв'язку з цим під ефективністю наукових досліджень розуміють також по можливості більш ощадливе проведення НДР.

Добре відомо, яке велике значення нині надається питанням прискореного розвитку науки та НТП. Робиться це з глибоких стратегічних причинах, які зводяться до того об'єктивного факту, що **наука й система її додатків стали реальною продуктивною силою**, найбільш потужним фактором ефективного розвитку суспільного виробництва.

Є два кардинально різних **шляхи ведення справ в економіці**:

- екстенсивний шлях розвитку й
- інтенсивний.

Шлях **екстенсивного** розвитку - це **розширення** заводських площ, **збільшення** числа верстатів і т.д.

Інтенсивний шлях припускає, щоб кожен завод з кожного працюючого верстата, сільськогосподарське підприємство з кожного гектара посівних площ отримували **усе більше й більше продукції**. Це забезпечується використанням **нових науково-технічних можливостей**: нових засобів праці, нових технологій, нових знань. До інтенсивних факторів належить і **зростання кваліфікації людей**, і вся сукупність організаційних і науково-технічних рішень, якими озброюється сучасне виробництво.

Сьогодні приблизно кожна гривня, вкладена в науку, у НТП й освоєння

нововведень (нової техніки, нових технологій) у виробництві, дає в чотири рази більший ефект, ніж та сама гривня, вкладена в екстенсивні фактори. Це дуже істотна обставина. З цього випливає, що й надалі українська господарська політика повинна бути спрямована на те, щоб у всіх сферах суспільного виробництва вирішувалися проблеми подальшого розвитку переважно за рахунок інтенсивних факторів. При цьому особлива роль приділяється науці, а на саму науку поширюється та сама вимога. Пошлемося на характерні цифри. За останні 40-50 років у світі кількість нових знань збільшилася приблизно у два-три рази, у той самий час обсяг інформації (публікацій, різної документації) збільшився у вісім-десять разів, а обсяг коштів, що відпускають на науку, - більш ніж у 100 разів. Ці цифри змушують замислитися. Адже зростання ресурсів, затрачених на науку, не є самоціллю. Отже, наукову політику треба змінювати, необхідно рішуче підвищити ефективність роботи наукових установ.

Однак головний інтерес полягає не тільки в прирості нових знань, а й прирості ефекту у виробництві. Необхідний аналіз пропорцій між отриманням знань і їхнім застосуванням на виробництві. А для цього необхідно високими темпами збільшувати вкладення в заходи щодо освоєння результатів НТП у виробництві.

Існує деяка теоретична модель, побудована з міркувань найбільш повного використання нових знань, нових наукових даних. Відповідно до цієї моделі, якщо асигнування в галузі фундаментальних досліджень взяти за одиницю, то відповідні показники складуть: щодо прикладних досліджень - 4, щодо розробок - 16, щодо освоєння нововведень у виробництво - 250. Ця модель побудована академіком В.М. Глушковим, виходячи з того, що все розумне (з нових ідей, відомостей, можливостей), отримане у сфері фундаментальних досліджень, буде використано. Для цього буде досить наявних потужностей прикладних наук. Потім можливості практичного застосування будуть реалізовані у вигляді нових технологій, нових конструкцій і т.п., тими, хто проектує, веде розробки. І в них, у свою чергу, буде досить потужностей, щоб усе це прийняти й повністю запустити в діло. Нарешті, необхідно мати досить капіталовкладень і вільних потужностей, призначених для освоєння нововведень на виробництві, щоб освоїти й реалізувати усі необхідні нововведення.

Якщо сумарні витрати на фундаментальні й прикладні дослідження, а також на дослідно-конструкторські розробки прийняти за одиницю, то відношення між вкладеннями у виробництво нових знань і вкладеннями в освоєння цих знань народним господарством складе 1:12. А в дійсності таке співвідношення 1:7. Це свідчить про те, що в народному господарстві найчастіше немає вільних потужностей, не вистачає можливостей для маневру (у США таке співвідношення 1:11).

У сучасній науці **кожен четвертий - керівник.** Це дійсний факт. Керівників у науці більше, ніж фізиків, хіміків, математиків й ін., окремо взятих. Але математиків, фізиків, хіміків та інших готують ВНЗ (і професійний рівень їхніх знань, як правило, дуже високий). Керівництву ж науковою діяльністю їх не навчали. Цього вони **вчать самі і найбільш непродуктивний спосіб - на своїх помилках.** Рішення цього питання теж зможе підвищити ефективність наукових досліджень.

Одним зі шляхів підвищення ефективності наукових досліджень є

використання так званих попутних або проміжних результатів, які найчастіше зовсім не використовуються або використовуються пізно й недостатньо повно. Наприклад, космічні програми. Чим вони виправдовуються економічно? Звичайно, у результаті їхнього розроблення був покращений радіозв'язок, з'явилася можливість далеких передач телевізійних програм, підвищена точність пророкування погоди, отримані більші наукові фундаментальні результати в пізнанні світу й т.д. Усе це має або буде мати економічне значення.

На ефективність дослідницької праці прямо впливає оперативність наукових видань, насамперед періодичних. Аналіз строків знаходження статей у редакціях вітчизняних журналів показав, що вони затримуються вдвічі довше, ніж в аналогічних закордонних виданнях.

Відомо, що темпи зростання **інструментальної озброєності сучасної науки** повинні приблизно в 2,5-3 рази перевищувати темпи зростання кількості працюючих у цій сфері. У цілому по країні цей показник ще недостатньо високий, а в деяких наукових організаціях він помітно менший одиниці, що призводить до фактичного зниження ККД інтелектуальних ресурсів науки.

Сучасні наукові прилади морально **зношуються настільки швидко**, що за 4-5 років, як правило, безнадійно застарівають. При нинішніх темпах НТП абсурдний вигляд має так звана дбайлива (по декілька годин на тиждень) експлуатація приладу.

Раціональним було б купувати **приладів менше, але найдосконаліших**, і завантажувати їх максимально, не боячись зношування, а через **2-3 роки інтенсивної експлуатації замінювати на нові**, більш сучасні. Вітчизняна промисловість, оновлюючи свою продукцію кожні п'ять і більше років, лише 10-13% її випускає на рівні світових показників. Серед причин цього явища важливе місце займає розпорошеність і слабкість наукового потенціалу відповідних підприємств, що роблять їх непідготовленими до сприйняття істотно нового, а тим більше до розробки його силами своїх учених та інженерів.

У сучасній науці основним питанням є кадри. Варто визнати, що в цілому індустріальний сектор науки ще дуже слабо забезпечений висококваліфікованими кадрами дослідників. На кожну сотню центральних заводських лабораторій припадає лише один кандидат наук. Більшість заводських наукових підрозділів за масштабами робіт, порівняних зі звичайними НДІ, мають у кілька разів менше число докторів і кандидатів наук.

На особливу увагу заслуговує проблема **цільової підготовки кадрів для індустріального сектора науки**. Для оцінки ефективності досліджень застосовують різні критерії, що характеризують ступінь їхньої результативності. Фундаментальні дослідження починають віддавати капіталовкладення лише через значний період після початку розроблення. Результати їх, як правило, широко застосовують у різних галузях, іноді в тих, де їх зовсім не очікували. Тому часом нелегко планувати результати таких досліджень.

Фундаментальні теоретичні дослідження важко оцінити кількісними критеріями ефективності. Зазвичай можна встановити тільки якісні критерії:

- можливість широкого застосування результатів досліджень у різних галузях народного господарства країни;
- новизну явищ, що дає значний поштовх для принципового розвитку найбільш актуальних досліджень; істотний внесок в обороноздатність країни;
- пріоритет вітчизняної науки;
- галузь, де можуть бути початі прикладні дослідження;
- широке міжнародне визнання робіт;
- фундаментальні монографії з теми й цитування їх вченими різних країн.

Ефективність прикладних досліджень оцінити значно простіше. У цьому випадку застосовують різні кількісні критерії. Про ефективність будь-яких досліджень можна робити висновки лише після їх завершення й впровадження, тобто тоді, коли вони починають давати віддачу для народного господарства.

Великого значення набуває фактор часу. Тому тривалість розроблення прикладних тем по можливості повинна бути коротшою. Кращим є такий варіант, коли тривалість їхньої розробки не перевищує трьох років. Для більшості прикладних досліджень імовірність отримання ефекту в народному господарстві у цей час перевищує 80%.

Як оцінити ефективність дослідження колективу (відділу, кафедри, лабораторії й т.д.) і одного науковця? Ефективність роботи науковця оцінюють різними критеріями:

- публікаційним,
- економічним,
- новизною розробок,
- цитуванням робіт та ін.

Публікаційним критерієм характеризують загальну діяльність –

- сумарну кількість друкованих праць,
- загальний обсяг їх у друкованих аркушах,
- кількість монографій, підручників, навчальних посібників.

Цей критерій не завжди об'єктивно характеризує ефективність науковця. Можуть бути випадки, коли при меншій кількості друкованих праць віддача значно більше, ніж від більшої кількості дрібних друкованих праць.

Економічну оцінку роботи окремого науковця застосовують рідко. Частіше як економічний критерій використовують показник продуктивності праці науковця.

Критерій новизни НДР - це кількість авторських посвідчень і патентів.

Критерій цитування робіт вченого являє собою число посилань на його

друковані праці. Це другорядний критерій.

Ефективність роботи науково-дослідної **групи** або **організації** оцінюють **декількома критеріями**:

- середньорічним виробленням НДР,
- кількістю впроваджених тем,
- економічною ефективністю від впровадження НДР та ДКР,
- загальним економічним ефектом,
- кількістю отриманих авторських посвідчень і патентів,
- кількістю проданих ліцензій або валютним виторгом.

Економічний ефект від впровадження - **основний показник** ефективності наукових досліджень - залежить від

- **витрат** на впровадження,
- **обсягу** впровадження,
- **строків** освоєння нової техніки та багатьох інших факторів.

Ефект від впровадження розраховують за весь період, починаючи від часу розроблення теми до одержання віддачі. Звичайно тривалість такого періоду прикладних досліджень становить кілька років. Однак наприкінці його можна отримати повний народногосподарський ефект.

Рівень **новизни прикладних досліджень** і розробок колективу характеризують **числом завершених робіт, з яких отримані авторські посвідчення й патенти**. Даний критерій характеризує абсолютну кількість свідоцтв і патентів. Більш об'єктивними є відносні показники, наприклад, кількість свідоцтв і патентів, віднесених до певної кількості працівників даного колективу або до числа тем, що розробляються колективом, які підлягають оформленню свідоцтвами та патентами.

Розрізняють **три види економічного ефекту**:

- попередній,
- очікуваний і
- фактичний.

Попередній економічний ефект встановлюється при обґрунтуванні теми наукового дослідження та включенні її до плану робіт. Розраховують його за **орієнтовними, укрупненими** показниками з урахуванням **прогнозованого** обсягу впровадження результатів досліджень у групу підприємств даної галузі.

Очікуваний економічний ефект обчислюють у **процесі виконання** НДР. Його умовно відносять (прогнозують) до певного періоду (року) впровадження продукції у виробництво. Очікувана економія — **більш точний** економічний критерій порівняно з попередньою економією, хоча в деяких випадках вона є також орієнтовним показником, оскільки обсяг впровадження можна визначити лише орієнтовно. Очікуваний ефект **обчислюють не тільки на один рік, але й на більш тривалий період** (інтегральний результат). Орієнтовно такий період становить до **10 років** від початку впровадження для нових матеріалів і **до 5 років** для конструкцій, приладів, технологічних процесів.

Фактичний економічний ефект визначається **після впровадження** наукових розробок у виробництво, але не раніше, ніж через рік. Розрахунок його роблять за **фактичними витратами** на наукові дослідження й впровадження з обліком конкретних вартісних показників даної галузі (підприємства), де впроваджені наукові розробки. Фактична економія майже **завжди трохи нижча очікуваної**: очікувану визначають НДІ орієнтовно (іноді із завищенням), фактичну - підприємства, на яких здійснюється впровадження.

Найбільш достовірним критерієм економічної ефективності наукових досліджень є фактична економія від впровадження.

Впровадження наукових результатів

Впровадження - це досягнення **практичного використання** прогресивних ідей, винаходів, результатів наукових досліджень (інновацій).

Впровадження інновацій **вимагає**

- **перебудови** сформованого виробництва,
- **перепідготовки** працівників,
- капітальних **витрат** і
- одночасно пов'язано з **ризиком** не отримати необхідний результат і зазнати збитків.

Замовниками на виконання НДР можуть бути технічні управління міністерств, управління підприємства, НДІ.

Підрядниками є науково-дослідні організації, що виконують НДР відповідно до підрядної обопільної угоди. Вони зобов'язані сформулювати пропозицію щодо впровадження розробок. Пропозиції повинні **містити**

- технічні умови,
- технічне завдання,
- проектну документацію,
- тимчасову інструкцію, вказівки й т.д.

Процес **впровадження** складається із **двох етапів**:

- дослідно-виробничого впровадження й
- серійного впровадження (впровадження досягнень науки, нової техніки, нової технології).

Впровадження досягнень науки й техніки фінансують організації, які його здійснюють.

Як би ретельно не проводилися НДР у науково-дослідних організаціях, все-таки вони **не можуть всебічно врахувати різні фактори**, що діють в умовах виробництва. Тому наукове розроблення **на першому етапі впровадження вимагає дослідної перевірки у виробничих умовах**.

Пропозицію **про закінчені НДР розглядають на науково-технічних радах**, а у випадках особливо коштовних пропозицій - на колегіях міністерства, і

направляють на виробництво для практичного застосування.

Після дослідно-виробничого випробування нові матеріали, конструкції, технології, рекомендації, методики **впроваджують у серійне виробництво** як елементи нової техніки. На цьому, другому, етапі **науково-дослідні організації не беруть участі у впровадженні**. Вони можуть на прохання впроваджувальних організацій **давати консультації** або робити незначну науково-технічну допомогу.

Після впровадження досягнень науки у виробництво складають **пояснювальну записку**, до якої додають акти впровадження й експлуатаційних випробувань, розрахунок економічної ефективності, довідки про річний обсяг впровадження, протокол участі на паях організацій у розробленні й впровадженні, розрахунок фонду заробітної плати й інші документи.