

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Н. У. ГЮЛЄВ, Ю. О. ДАВІДІЧ, Д. М. РОСЛАВЦЕВ

МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

МОДУЛЬ 1

МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

*(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання
за спеціальністю 8.03060107 – Логістика)*

Харків
ХНУМГ
2015

Гюлев Н. У. Конспект лекцій з курсу «Методологія та організація наукових досліджень». Модуль 1. Методологія та організація наукових досліджень (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання за спеціальністю 8.03060107 – Логістика) / Н. У. Гюлев, Ю. О. Давідич, Д. М. Рославцев; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ, 2015. – 44 с.

Автори: Н. У. Гюлев, Ю. О. Давідич, Д. М. Рославцев

*Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол засідання №1 від 29 серпня 2012 р.*

© Н. У. Гюлев, Ю. О. Давидич, Д. М. Рославцев, 2015
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ОБ’ЄКТІВ ТА СИСТЕМ	5
ТЕМА 1. ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ НАУКИ	5
1.1 Структурні елементи науки та їх характеристика.....	5
1.2 Елементи методології технічної творчості.....	7
ТЕМА 2. НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ЇХ ОСОБЛИВОСТІ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ	10
2.1 Ціль, об’єкт, предмет, класифікація наукових досліджень.....	10
2.2 Стратегії пошуку рішень.....	12
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЯКОСТІ МОДЕЛІ	17
ТЕМА 3. ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ	17
3.1 Експериментальні дослідження та їх класифікація.....	17
3.2 Моделювання в науковому дослідженні.....	23
3.3 Вибір типу і структури математичної моделі.....	25
ТЕМА 4. ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	34
4.1 Задачі і методи теоретичного дослідження.....	34
4.2 Оформлення результатів дослідження.....	38
Список джерел	43

ВСТУП

Інтенсивний розвиток економіки вимагає ухвалення своєчасних і ефективних рішень. Для розробки таких рішень потрібне проведення постійних наукових досліджень, постановка експериментів. Для успішного вирішення поставлених завдань необхідно опанувати Методологія організації наукових досліджень.

Метою дисципліни є оволодіння теоретичними знаннями з питань методології наукових досліджень, формування у студентів навичок постановки наукових задач і їх вирішення на теоретичному і емпіричному рівнях. Формування вміння застосовувати їх у практичній діяльності, організовувати дослідницьку діяльність.

Предметом дисципліни є система та процес наукового дослідження.

У відповідності до цього фахівець повинен **знати**: сформулювати мету і задачі дослідження; **вміти**: виконувати пошук інформації стосовно об'єкта дослідження; **мати уявлення**: виконати оцінку якості моделі та вирішити задачі дослідження і сформулювати стратегію управління науковим процесом.

Навчальний план з даної дисципліни передбачає проведення аудиторних лекційних і практичних занять, а також вимагає від студента самостійної роботи з основною та додатковою літературою, конспектом лекцій, підготовки до виконання практичних занять.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТА СИСТЕМ

ТЕМА 1. ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ НАУКИ

1.1 Структурні елементи науки та їх характеристика

Наука – це сфера пізнавальної діяльності людини, що спрямована на одержання нових знань про природу, суспільство і мислення.

Знання – це ідеальне відтворення в мовній формі узагальнених уявлень про закономірні зв'язки об'єктивного світу.

Функціями знань є узагальнення та зберігання цих узагальнених уявлень. Неузгодженості між знанням і незнанням в процесі взаємодії людини з природою є рушійною силою пізнання. Пізнання виростає з практики. Процес пізнання починається з накопичення фактів, потім вони систематизуються і узагальнюються за допомогою простої абстракції. Такою найпростішою абстракцією є поняття – це основний елемент науки.

Поняття відображає істотні і необхідні ознаки предмета або явища, це місце, яке відображає ці ознаки і виражається в словесній формі. Поняття можуть бути загальними, одиничними, збіральними, абстрактними і конкретними, абсолютними і відносними.

Загальні поняття пов'язані не з одним предметом, а з їх безліччю. Найбільш широкі поняття називаються категоріями (маса).

Одиничні відносяться до одного певного предмету.

Збірні позначають групи однорідних предметів (ліс, транспортний потік).

Конкретні – до конкретного предмету.

Абстрактні – до окремо взятих ознаками предмета (білий предмет).

Відносні – мисляться паралельно (начальник - підлеглий).

Абсолютні – не мають парних відносин

Тотожні – мають однаковий зміст.

Супідрядні – поняття, що пов'язані за обсягом.

Обсяг 2-х або більших понять входять у поняття будь-якого поняття вищого рівня (багатокутник → геометрія → фігура). Елементами більш високого рівня є закони, теорія, вчення.

Закон – це внутрішній суттєвий зв'язок явищ, що зумовлює їх необхідний закономірний розвиток. Закон виражає стійкий зв'язок між явищами або властивостями матеріальних об'єктів.

Теорія – це система узагальненого знання, пояснення тих чи інших сторін дійсності.

Вчення – система взаємопов'язаних теорій.

Розкриття змісту поняття називається його визначенням.

Визначення повинно відповідати таким найважливішим ознакам.

1. Воно має вказувати на найближче родове поняття. Наприклад, визначаючи багатокутник, потрібно вказати, що це геометрична фігура.

2. Визначення повинне вказувати на те, що дане поняття відрізняється від інших понять. Наприклад, визначаючи квадрат, потрібно вказати, що він

відноситься до роду прямокутників і виділяється серед прямокутників ознакою рівності усіх боків.

3. Визначення поняття не може бути занадто вузьким і занадто широким, тобто розмірним.

4. Поняття не може визначатися самим собою.

Структуру теорії формують принципи, гіпотези, судження, умовиводи, категорії, поняття і т.д.

Принцип - це правило, що виникло в результаті суб'єктивного осмисленого досвіду людей.

Гіпотеза - це припущення про причини, що викликає дане слідство. Доведена гіпотеза, підтверджена фактами, перетворюється в теорію. Гіпотеза формується за рахунок мислення людини, яке включає судження і умовиводи, а ідея формується за рахунок інтуїтивного припущення.

Судження - це думка, в якій за допомогою зв'язків понять стверджується або заперечується що-небудь.

До судження людина може прийти безпосередньо порівнюючи факти або опосередковано шляхом умовиводу.

Умовивід - процес мислення, що порівнює послідовність двох або кількох суджень, в результаті яких виводиться нове судження. Часто умовивід називають висновком.

Умовиводи бувають:

- дедуктивні (виведення окремого випадку із загального);
- індуктивні (на основі окремих випадків приходять до загального висновку).

Методологія – це вчення про методи пізнання та перетворення дійсності про застосування принципів світогляду до процесу пізнання.

Методологія ділиться на:

- загальну (філософське вчення);
- приватну (стосовно до конкретної науки).

Метод – це спосіб проведення досліджень. Метод включає методики проведення досліджень.

Методика – це послідовність розумових і фізичних операцій, відповідно до яких досягається мета дослідження в рамках цього методу.

Два шляхи отримання знань є емпіричний і теоретичний.

Емпіричний шлях включає найстаріший метод дослідження - метод «проб і помилок».

Теоретичний шлях (логічний) - спрямований на вивчення і виявлення причинних зв'язків, залежностей, які дозволяють встановити поведінку об'єкта, визначити його структуру. В результаті отриманих знань на цьому шляху формулюють закони, розробляють теорії. У теоретичних дослідженнях використовують два методи – логічний та історичний. У свою чергу логічний метод включає в себе гіпотетичний і аксіоматичний методи. Гіпотетичний метод заснований на розробці гіпотези, яка перевіряється експериментально.

Аксиоматичний метод заснований на очевидних положеннях – аксіоми, які приймаються без доказів. У відповідності з цим методом теорія розроблена на основі дедуктивного принципу.

Історичний метод дозволяє дослідити виникнення, формування, розвиток конкретних процесів і подій у хронологічній послідовності. Він широко використовується в соціології, в історичних науках, для вивчення еволюції техніки.

Класифікація наук.

Класифікація наук – це розкриття їх взаємного зв'язку на основі попередніх принципів і вираз цих зв'язків у вигляді логічно обгрунтованого розташування (або ряду наук). Основною класифікаційною ознакою є форма руху матерії і її субстратна основа. В основу найпоширенішої схеми класифікації наук покладений трійчастий характер всього наукового знання і спіральний характер його розвитку (природа, суспільство і мислення). Класифікаційна схема базується на принципах, запропонованих академіком Кедровим: принцип субординації, принцип об'єктивності, принцип безперервності.

Згідно з першим принципом – більш високі науки розвиваються з тих, які стоять нижче.

Згідно з другим принципом – науки повинні розташовуватися в послідовному ряду і пов'язані бути між собою.

Згідно з третім принципом - відсутність будь-яких розривів між науками.

У базисі класифікаційної схеми виділені дві групи наук:

- 1) науки про елементи природи;
- 2) науки про природу в цілому.

Науки про елементи природи базуються на філософських, природничих та соціальних науках.

Основними принципами розвитку наук є наступність (останній використовує знання попереднього), диференціація, спеціалізація та інтеграція. Головною тенденцією в розвитку сучасних наук є інтеграція. Сучасний розвиток наук має ряд особливостей, і головна особливість – високі темпи розвитку, лавиноподібний розвиток. Тільки за останні 25 років отримано 60% знань, накопичених людством за всю історію його розвитку.

Рентабельність сучасної науки - вона стала безпосередньою продуктивною силою, базою технічного прогресу.

1.2 Елементи методології технічної творчості

Творчий процес – це створення уявлень, уяв, тобто нових комбінацій з відомих понять і образів.

Мозкові механізми творчого процесу представляють наступним чином: спочатку відбувається огляд всієї кори головного мозку і пошук аналогій для використання в необхідній сфері діяльності. Цей огляд здійснюється методом проб і помилок. Пошук аналогій може бути усвідомленим і неусвідомленим.

Якщо аналогія не виявляється, то формується принципово нова модель. Її формування відбувається в стрибкоподібній формі і називається творчим актом.

Творчий акт є результатом деструктивної та конструктивної діяльності мозку. Період, коли створюється нове рішення, називається інсайт. Він обов'язково супроводжується усвідомленням отриманого рішення. Отримані усвідомлені рішення в подальшому піддаються аналізу, критичної оцінки, перевірці.

Творчий процес має два рівні: низький і високий. Низький полягає у використанні відомих відомостей в новій області на основі аналогій. Часто на цьому рівні відомі рішення пристосовуються для вирішення власної задачі.

Чужа наука освоюється і пристосовується для своєї. Вищий рівень полягає у створенні принципово нових уявлень, що міняють відому систему поглядів. Він характеризується оригінальністю, своєрідним баченням об'єкта дослідження. Прийняті творчі рішення діляться на 3 категорії:

- 1) відкриття;
- 2) винахід;
- 3) раціоналізаторські пропозиції.

Відкриття – це встановлення раніше невідомих законів, закономірностей, властивостей і явищ матеріального світу, які вносять докорінні зміни в рівні пізнання.

Винахід – це нове технічне рішення задачі, що володіє істотними відмінностями від відомих рішень.

Раціоналізаторські пропозиції - це технічні рішення, є новими та корисними для конкретного підприємства.

Здатності до творчості як способу мислення виражені неоднаково у різних людей. Для творчої особистості характерно наявність фантазії, уміння конструювати нові ситуації, картини, образи, нерахуючись з різними обмеженнями. Зазвичай такі люди мають поле бачення, а не погляд.

Кожну НДР можна віднести до певного напрямку.

Під науковими напрямками розуміється наука чи комплекс наук, в області яких ведуться дослідження. У зв'язку з цим, розрізняють технічний, біологічний, соціальний, фізико-технічний, історичний та інші напрямки.

Структурними одиницями наукового напрямку є проблеми, теми і наукові питання.

Проблема – це сукупність складних технологічних і практичних завдань, потреба в яких дозріла в суспільстві. З соціально-психологічної позиції проблема – це відображення протиріч між суспільною потребою в знання і відомими шляхами його отримання.

Проблема може бути глобальною, національною, регіональною міжгалузевою, галузевою, що залежить від масштабу виниклих завдань.

Крім перерахованих розрізняють загальні і специфічні проблеми. Загальні - загальнонаукові, загальнонародні проблеми.

Тема НДР є складовою частиною проблеми. В результаті дослідження за темою отримані відповіді на певні питання, які охоплюють частину проблеми.

Результати досліджень за кількома темами дають вирішення проблеми в цілому.

Наукові питання – це конкретні завдання, що відносяться до теми дослідження вибору теми має передувати ретельне ознайомлення з вітчизняними і зарубіжними літературними джерелами по даній і суміжній спеціальності.

Контрольні запитання:

1. Що таке гіпотеза?
2. Що таке судження?
3. Що таке теорія?
4. Розкрийте поняття “метод” і “методологія”.
5. Які існують шляхи отримання знань?
6. У чому полягає класифікація наук?
7. Що називається творчим процесом?
8. Що таке відкриття?
9. У чому полягає сенс раціоналізаторських рішень?
10. Які бувають категорії творчого вирішення?

ТЕМА 2. НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ЇХ ОСОБЛИВОСТІ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ

2.1 Ціль, об'єкт, предмет, класифікація наукових досліджень

Наукові дослідження - це форма розвитку науки. Вони являють собою процес вивчення предмета або явища з метою розкриття закономірностей його виникнення, розвитку і перетворення. Будь-яке наукове дослідження має свій об'єкт і предмет. Часто об'єктом дослідження є матеріальна або ідеальна система.

Предметом дослідження може бути структура системи, закономірності взаємодії елементів системи, закономірності функціонування чи еволюція системи, різні властивості і т.д.

За цільовим призначенням розрізняють фундаментальні дослідження, прикладні дослідження і розробки.

Фундаментальні дослідження спрямовані на відкриття або вивчення нових явищ і законів природи і на створення нових принципів дослідження.

Прикладні дослідження спрямовані на відшукування способів дослідження законів природи для створення нових засобів і способів людської діяльності. Прикладні дослідження підрозділяються на пошукові та науково-дослідні.

Пошукові дослідження спрямовані на встановлення факторів, які впливають на досліджуваний об'єкт.

Науково-дослідні спрямовані на створення нових технологій, установок і приладів. Іноді до прикладних НДР відносять і дослідно-конструкторські роботи, метою яких є визначення логічної основи установок, приладів, їх конструкцій і підбір конструктивних характеристик.

У залежності від джерела фінансування розрізняють бюджетні, госпдоговірні і не фінансуються з коштів держ. бюджету (різні виробничі організації).

Технологія (від грец. Techne + logos - вчення) – наука про майстерність і мистецтво; сукупність способів, прийомів, методик, розміщених у певній послідовності, відповідно до яких досягається поставлена мета. По суті це методологія побудови дослідницької діяльності. Технологічні наукові дослідження включають в себе такі елементи:

- 1) існуючі знання;
- 2) наукова допитливість;
- 3) гіпотези;
- 4) логічний аналіз;
- 5) доказ.

Всі ці елементи об'єднані обміном інформацією. Технологічно-технічно-творчості відрізняються від наукових досліджень і включають такі елементи:

- 1) існуючий стан;
- 2) аналіз потреб;
- 3) вироблення концепції;

- 4) аналіз здійсненності цих концепцій;
- 5) виробництво; виготовлення цього пристрою.

Технічні творчості об'єднуються процесом прийняття рішення.

Основними структурними елементами технологічних досліджень є методи. Дві основні групи методів: загальнонаукові (у всіх науках) і приватні (дослідження в одній науці або якоїсь групи наук).

До загальнонаукових методів належать:

- 1) спостереження;
- 2) порівняння;
- 3) рахунок;
- 4) вимір;
- 5) експеримент;
- 6) узагальнення;
- 7) абстрагування;
- 8) формалізація;
- 9) аналіз і синтез;
- 10) індукція і дедукція;
- 11) аналогія;
- 12) моделювання;
- 13) ідеалізація.

Спостереження – це спосіб пізнання об'єктивного світу, заснований на безпосередньому сприйнятті предметів і явищ за допомогою органів почуттів без втручання в них з боку дослідника.

Порівняння – це встановлення відмінностей між об'єктами матеріального світу або знаходження в них загального. Воно здійснюється як за допомогою спеціальних пристроїв.

Рахунок – це знаходження числа, визначеного кількісними відносинами однотипних об'єктів або їх параметрів.

Вимірювання – це визначення чисельного значення деякої величини шляхом порівняння її з еталоном.

Експеримент – це сфера людської діяльності, в якій піддається перевірці істинність висунутих гіпотез або виявляються закономірності об'єктивного світу. В експерименті дослідник втручається в досліджуване явище, процес, об'єкт.

Узагальнення – це визначення загального поняття, в якому знаходить відображення головне, основне, що характеризує об'єкти даного класу.

Абстрагування – це відволікання (уявне) від несуттєвих властивостей, зв'язків, відносин предметів і виділення декількох сторін, що цікавлять дослідника.

Формалізація – це відображення об'єкта чи явища у знаковій формі.

Аналіз – розчленування або розкладання предмета дослідження на складові частини.

Синтез – це з'єднання окремих сторін предмета в єдине ціле.

Індукція – умови від фактів до деякого загального твердженням.

Дедукція – умови, в якому висновок про деякий елемент множини робиться на основі знання загальних властивостей всієї множини.

Аналогія – це встановлення подібності між явищами, предметами і т. д.

Різноманітні методи наукового пізнання умовно підрозділяються на ряд рівнів:

- емпіричний;
- експериментально-теоретичний;
- теоретичний;
- метатеоретическій.

На емпіричному рівні досліджується спостереження, порівняння, рахунк, вимірювання, тести, метод проб і помилок.

На експериментально-теоретичному: експеримент, аналіз і синтез, індукція, дедукція, моделювання.

На теоретичному рівні: логічне дослідження зібраних фактів, виробляються поняття, судження, робляться умовиводи, широко використовуються абстрагування, ідеалізація, аналіз і синтез, індукція і дедукція, узагальнення.

До метатеоретичного рівня відносяться діалектичний метод і метод системного аналізу, вибір найкращого виду або способу наукового дослідження здійснюється на основі показників його ефективності: витрати часу, витрати матеріальних і трудових ресурсів, собівартість впровадження результатів НДР, енергоємність процесу дослідження, рівень автоматизації НДР, наявність матеріальної бази та наукової школи і т.д.

2.2 Стратегії пошуку рішень

У технічній творчості встановлення протиріччя між суспільною потребою і відомими шляхами її задоволення рівнозначно формуванням проблеми.

Потреба – є вираження об'єктивної необхідності для людини, технічної або соціальної системи забезпечити своє нормальне існування і розвиток.

Під нормальним існування розуміється протікання всіх процесів в системі з найбільш можливою злагодженістю, надійністю, економічністю і в цілому ефективністю. Нормальне існування - це найкраще і найбільш відповідне (адекватне) реальним умовам і завданням функціонування системи. По суті, нормальне існування - це функціонування оптимумом системи.

Зміна умов і завдань функціонування системи призводить до зміни кількісної характеристики нормального стану. Тому норма стану - це не точка на шкалі стану, а деякий діапазон, зона змін стану. У зоні норми існуючі характеристики системи можуть варіювати і приймати різні оптимальні значення. Діапазон норми має верхню і нижню межу, вихід за бокову межу яких призводить до втрати адаптаційних здібностей системи. Потреба має верхній і нижній рівень. У якості нижнього рівня потреби для соціальної системи приймається мінімум засобів існування, які забезпечують життєдіяльність споживачів в конкретних умовах. Існують 2 підходи до визначення і прогнозування потреби: нормативний та статистичний.

Нормативний підхід припускає встановлення потреб на основі планів розвитку виробництва та економіки в цілому.

Статистичний підхід полягає у вивченні поведінки споживачів як статистичної сукупності. Поведінка споживача в цьому разі оцінюється на основі моделей попиту і споживання. Практика дослідження споживачів базується на 2-х підходах: активному і пасивному.

Самий пасивний – це сидіти склавши руки, і вичікувати, коли потреба в чому-небудь не стане абсолютно безперечною. До пасивних відносяться також використання життєвого досвіду і самоспостереження.

Активний підхід включає метод дослідження статистики ринку і метод індивідуальної вибіркової статистики. Перший метод базується на вивченні часових рядів про купівлю та продаж, ціни і доходи населення. Другий метод базується на вивченні даних про сімейний бюджет на індивідуальних опитуваннях для виявлення переваг, на фіксації поведінки контрольної групи споживачів і на результатах моделювання за допомогою ЕОМ.

Після встановлення структури проблеми, формулювання тем, підтем і завдань дослідження або технічних розробок приступають до пошуку, накопичення та обробки технічної інформації. Отримана інформація дозволить більш чітко, точно сформулювати проблему, тему і завдання дослідження. Чим швидше і точніше ставиться наукова задача, тим швидше вона вирішується. Інформацію про суттєві рішення можна отримати шляхом вивчення патентної документації, дисертацій, звітів про НДР, опису алгоритмів і програм, реферативні журнали. Треба починати ознайомлюватися з літературою з університетських та спеціальних енциклопедій, словників і довідників. Вивчення цих джерел дозволяє уточнити основні поняття і дати їх визначення. Нехтування цих етапів досліджень робіт утруднює чітку постановку задач дослідження. При вивченні літературних джерел слід орієнтуватися на більш пізні, тому що вони в більшості випадків виключають недоліки попередніх. У процесі вивчення наявних рішень слід прагнути переформулювати вихідну задачу так, щоб вона стала більш загальною.

Вибір технології та тактики розв'язання проблемних завдань

1. Спостереження за природою: багато відкриттів в науці і техніці підказані природою. Тому запозичення у природи принципів дії та поведінки, використання їх в техніці, творчості - один з можливих напрямків вирішення проблемних завдань.

2. Знайомство з різними галузями науки і техніки, аналіз способів вирішення аналогічних проблем в інших галузях науки і техніки: може наштовхнути дослідника на думку про спосіб вирішення поставленого завдання.

У тактику вирішення проблемних завдань часто включають принцип дикого експерименту або випадкового пошуку. Випадок часто допомагає зробити ті чи інші відкриття.

Метод проб і помилок – модифікація випадкового пошуку. Застосування методу проб і помилок зводиться до перебору і порівнянні між собою можли-

вих варіантів вирішення проблемної задачі. Спостереження, випадковий пошук, метод проб і помилок повинен супроводжуватися записом їх результатів, записувати побачене треба скорочено і обов'язково в певному порядку. Треба мати записну книжку з 15-20 розділами. Записувати треба відразу ж, як щось помітив і незалежно від того, відноситься це чи ні до розроблюваної теми. Технологія пошуку може бути жорстко прийнята із самого початку і до кінця дослідження або може змінюватися залежно від результатів попередніх дій. Якщо після отримання результатів на одному з етапів дослідження доводиться повертатися до одного з попередніх етапів, то таку технологію називають циклічною. Якщо дії дослідника не залежать одне від іншого, то може мати місце розгалужена технологія. Якщо з самого початку визначається тільки перша дія, а вибір подальшого залежить від результатів попереднього, то таку технологію називають адаптивною.

До жорсткофіксованим технологіям відносять упорядкований пошук і вартісний аналіз.

Упорядкований пошук включає таку послідовність дій:

- 1) виявлення компонента завдання;
- 2) виявити залежність між змінними;
- 3) прогнозувати ймовірні значення факторів навколишнього середовища;
- 4) виявити обмеження, поставити граничні умови, визначити граничні значення всіх змінних;
- 5) присвоїти числові значення кожного з факторів рішення і обчислити значення залежних змінних;
- 6) вибрати такі фактори рішення, при яких досягається найбільша сума числових значень для всіх цілей з урахуванням їх ваг.

Технологія вартісного аналізу включає:

- 1) встановити стандарти технічних характеристик розроблюваних систем або методів;
- 2) скласти докладну калькуляцію собівартості всіх ресурсів;
- 3) здійснити пошук дешевих альтернатив і відібрати найдешевші;
- 4) оформити обрану альтернативу документально.

Прикладом гнучких технологій є «технологія відкритого сейфа» і «технологія збільшень».

Основними кроками «технології відкритого сейфа» є:

- 1) аналіз новітніх відкриттів у сфері розв'язуваної задачі;
- 2) аналіз причин виникнення проблемної задачі чи проблемної ситуації з метою встановлення її за допомогою організаційних засобів;
- 3) застосування для вирішення проблеми усвідомлено логічних розумових операцій;
- 4) переформулювання проблемної задачі і вихід на іншу технологію.

«Технологія збільшень» включає:

- 1) складання повного опису основних технічних вимог до об'єкта дослідження;
- 2) попереднє визначення інтервалу значень, в якому поміщена шукана величина;

- 3) створення моделей об'єкта або процесу;
- 4) випробування моделі.

Ефективність творчого процесу залежить від працездатності дослідника.

У динаміці працездатності виділяють 3 стадії:

- 1) характеризується великою витратою творчої енергії по відношенню до результатів;
- 2) найбільш ефективна, приймається найважливіші рішення;
- 3) характеризується зниженням ефективності, що пов'язано з втомою, з ослабленням надії на успіх. Краще припинити роботу, можна переключитися на пошук інших способів завдань.

Явище втоми виникає на другій стадії. Є два виходи: перервати розробку (творчу роботу) або скористатися чиеюсь допомогою. Потрібно ніколи не розлучатися з вирішуваною проблемою.

Наукова ідея – це інтуїтивне пояснення явищ без проміжної аргументації, без усвідомлення всієї сукупності зв'язків, на основі якої робиться висновок.

Матеріалізується ідея в гіпотезі. Будь-яка творча ідея виділяється з великого числа менш значущих ідей. Статистика показує, що для створення одного виробу необхідно мати 50-60 ідей. Для генерування ідеї використовується метод інверсії – вивертання навиворіт; метод аналогії - це спосіб отримання ідей шляхом встановлення подібних рис у різних об'єктах і явищах природи; спосіб емпатії – вживання в роль; метод мозкового штурму (придумав Осборн в 40-х роках). Основна концепція мозкового штурму зводиться до забезпечення можливості виходу нових ідей з підсвідомості. Для проведення мозкового штурму збирається група генераторів ідей з 4-12 людей, відносини між ними невимушені, начальників немає. Кожному з учасників доводиться до свідомості, що витають будь-які ідеї, забороняється критикувати ідеї, якими б дикими вони не здавалися. Керівник штурму квапить учасників. Всі пропозиції учасників фіксуються на магнітофонній стрічці, робота триває 15-40 хвилин. Отримані ідеї передаються для аналізу в експертну групу, критикам, які виявляють раціональне зерно в кожній ідеї, враховуючи психологічні особливості роботи виконавців у часі. Спостереження показують, що якщо встановлений термін вирішення завдань, то рішення розбиваються на 3 приблизно рівних етапи. На першому етапі йде накопичення інформації; на другому – інтерес до інформації падає, але практичною реалізацією рішення ніхто не займається, сподіваючись на час, що залишився; на третьому етапі головна увага приділяється практичній реалізації рішення. З урахуванням викладеного, після остаточного етапу директивно переноситься термін закінчення роботи, що скорочує тривалість другого етапу. В результаті загальний час вирішення завдань скорочується приблизно на 30%.

Контрольні запитання

1. Що є об'єктом і предметом наукових досліджень?
2. Яка мета фундаментальних і прикладних досліджень?
3. Назвіть елементи технологічних наукових досліджень.
4. Що відноситься до загальнонаукових методів?
5. Що називається експериментом?
6. Що називається абстрагуванням?
7. Що називається потребою?
8. Які існують підходи до визначення і прогнозування потреби?
9. У чому полягає технологія і тактика вирішення проблемних завдань?
11. Що входить в технологію вартісного аналізу?
12. Що таке наукова ідея?

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЯКОСТІ МОДЕЛІ

ТЕМА 3. ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

3.1 Експериментальні дослідження та їх класифікація

Експеримент – це науково поставлений дослід з точно врахованими і керованими умовами.

Основною метою експерименту є виявлення властивостей досліджуваних об'єктів або явищ, перевірка справедливості гіпотез і більш широке і глибоке вивчення теми дослідження.

Експеримент класифікується за такими ознаками:

- 1) з галузі науки (хімічна, біологічна, фізична та ін.);
- 2) за способом формування експериментальних умов (природні або штучні);
- 3) за цілями дослідження (перетворююче, констатуюче, контролююче, пошукове, вирішальне);
- 4) щодо організації проведення експерименту (лабораторний, натуральний, відкритий, закритий);
- 5) за структурою досліджуваного об'єкта і явища (простий, складний, дуже складний);
- 6) за характером зовнішніх впливів на об'єкт дослідження (речовинний, енергетичний, інформаційний);
- 7) за характером взаємодії засобів експериментального дослідження з досліджуваним об'єктом (звичайний і модельний);
- 8) за типом моделей, що досліджувані в експерименті (матеріальний і уявний);
- 9) з числа варійованих факторів (однофакторний і багатфакторний)
- 10) за характером досліджуваних об'єктів або явищ (технологічні, соціометричні);
- 11) за ступенем впливу на експериментальні умови (пасивні та активні).

Залежно від завдань експериментального дослідження його типи об'єднуються, утворюючи комплексний або комбінований експеримент.

Структура експерименту включають такі етапи:

- 1) діяльність, яка цілеспрямована на людину;
- 2) зразок експерименту;
- 3) комплекс взаємодіючих випробувальних пристроїв і наукових приладів.

Зазвичай експеримент включає таку послідовність робіт:

- 1) висунення гіпотез;
- 2) планування експерименту;
- 3) конструювання експериментальної установки;
- 4) проведення експерименту;
- 5) інтерпретація та узагальнення отриманих даних;
- 6) оцінка адекватності гіпотези;
- 7) виведення наслідків;
- 8) обговорення результатів експерименту.

Особливе місце в експерименті займає методика.

Методика – це сукупність розумових фізичних операцій, розміщених у певній послідовності, відповідно до якої досягається мета досліджень у рамках даного способу (методу).

При розробці методики проведення експерименту необхідно передбачити:

- 1) проведення попереднього цілеспрямованого спостереження за об'єктом з метою визначення вихідних даних;
- 2) створення умов, в яких можливе експериментування;
- 3) визначення меж вимірювань;
- 4) систематичні спостереження за ходом розвитку досліджуваного явища і точний опис чинників;
- 5) реєстрація оцінки факторів різними засобами і способами;
- 6) створення повторюваних умов;
- 7) створення ускладнених ситуацій;
- 8) перехід від експериментального вивчення до логічного узагальнення.

Перед кожним експериментом складається його план (програма). Він включає:

- 1) цілі і завдання експерименту;
- 2) вибір варіаційних факторів;
- 3) обґрунтування необхідного обсягу експериментів;
- 4) порядок реалізації дослідів;
- 5) визначення послідовності вимірювання різних факторів;
- 6) вибір кроку вимірювання факторів;
- 7) завдання інтервалів між майбутніми експериментальними точками;
- 8) обґрунтування засобів вимірювання;
- 9) опис порядку проведення експерименту;
- 10) обґрунтування способів обробки й аналізу результатів експерименту;
- 11) форма представлення результатів.

Кількість завдань для конкретного експерименту не повинно перевищувати 8-10 од., оптимальна кількість 3-4 од.

Вибір варіаційних факторів зводиться до встановлення основних і другорядних, істотних або несуттєвих. Цей вибір здійснюється на основі аналізу літературних джерел і спеціальної процедури відбору факторів. Це процедура зводиться до їх ранжирування за ступенем впливу на досліджуваний об'єкт. Ранжування здійснюється групою експериментальних досліджень. За результатами ранжування будується матриця рангів, діаграма рангів. Оцінюється ступінь узгодженості експериментів за коефіцієнтом конкордації. За видами діаграм рангів відсіюються фактори.

Приклад, матриця рангів

Експерт	фактори						
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
1	1	2	6	4	7	3	5
2	1	2	7	6	3	5	4
3	7	1	6	4	2	5	3
4	3	1	5	6	4	7	2
5	1	2	6	4	5	7	3
Сума рангів	13	8	30	24	21	27	17
Відхилення суми рангів від середнього	-7	-12	10	4	1	7	-3
Квадрати відхилень	49	144	100	16	1	49	9

Коефіцієнт конкордації характеризує ступінь узгодженості думки експертів:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^2 - n)},$$

де S – сума квадратів відхилень;

m – число експертів;

n – число факторів.

Якщо $W > 0,5$, то думка експерта узгоджена.

Послідовність проведення дослідів повинна забезпечити їх відтворюваність.

Відтворений досвід – це експеримент, при проведенні якого вносяться зміни настільки незначні, що не піддаються виявленню.

Для відтворення експериментальних досліджень можна застосовувати два варіанти послідовності дослідів:

1) послідовний план, згідно з яким необхідно вибрати верхні або нижні значення досліджуваного фактора і змінити його через певний інтервал до отримання іншого граничного значення.

2) рандомізований (випадковий) план, при реалізації якого значення основного фактора можна чергувати випадковими.

Послідовний план застосовується при випробуванні матеріалів, течії рідини; для експериментів, які проводяться в довільних умовах краще використовувати випадковий план.

Обсяг експериментальних даних визначається виходячи з таких вимог:

1) забезпечення необхідної точності результатів;

2) зниження трудомісткості експериментальних робіт при мінімальному необхідному обсязі експерименту.

Мінімальну необхідну кількість дослідів визначають за формулою:

$$N_{\min} = \frac{K_g^2 t^2}{\Delta^2}$$

$$K_g = \frac{\delta_o}{x}$$

де K_g – коефіцієнт варіації;

σ – середньоквадратичне відхилення результатів вимірювання від математичного сподівання;

x – математичне сподівання;

Δ - необхідна точність вимірювань;

t – критерій Стьюдента, він призначається в залежності від необхідної надійності результатів дослідів і їх обсягів (n).

Кожен фактор, який бере участь в експерименті змінюється в певних межах і формує серію дослідів. Число дослідів кожної серії визначається виходячи з очікуваних функцій залежності.

Особливе значення при проведенні експерименту відіграють засоби вимірювання. Вони повинні:

- 1) максимально відповідати техніці, цілям і завданням НДР;
- 2) забезпечити високу продуктивність праці;
- 3) забезпечити необхідну якість експериментальних робіт;
- 4) забезпечити економічні та санітарно - гігієнічні вимоги;
- 5) забезпечити вимоги техніки безпеки і пожежної безпеки..

Вибір засобів вимірювання зводиться до підбору устаткування, приладів та установок.

Коефіцієнт регресії дає сумарну характеристику зв'язку між x і y . Він показує, на скільки в середньому змінюється величина однієї ознаки при зміні на одиницю іншої ознаки. Оскільки регресія виражається двосторонньо, коефіцієнтів регресії 2: $R_{x/y}$ та $R_{y/x}$.

$$R_{x/y} = \frac{\sum a_x a_y}{a_y^2}$$

$$R_{y/x} = \frac{\sum a_x a_y}{a_x^2}$$

$$a_x = (x - \bar{x})$$

$$a_y = (y - \bar{y}).$$

Коефіцієнт регресії використовують при побудові регресійних рівнянь:

$$y = \bar{y} = R_{y/x}(x - \bar{x})$$

$$x = \bar{x} = R_{x/y}(y - \bar{y})$$

$$R_{y/x} = \frac{y - \bar{y}}{x - \bar{x}}$$

$$R_{x/y} = \frac{x - \bar{x}}{y - \bar{y}}$$

Коефіцієнт парної кореляції.

Він є мірилом зв'язку (її тісноти) між варіантними величинами. Використовують для оцінки тісноти тільки лінійних зв'язків. позначається "r":

$$r = \sqrt{R_{x/y} \cdot R_{y/x}}$$

r – змінюється от 0 до 1:

0 – нема зв'язку;

1 – зв'язок детермінований.

r може мати позитивний або негативний знак:

+ – говорить про прямий зв'язок;

- – говорить про зворотний зв'язок.

Кореляційні відносини.

Служать мірилом спряженості нелінійних зв'язків. Кореляційні відносини змінюються в межах від 0 до 1. Знака не має. Обов'язково для оцінки зв'язків використовують два кореляційних відносин – $\eta_{x/y}$ та $\eta_{y/x}$. Для узагальненої оцінки нелінійного зв'язку використовують коефіцієнт криволінійної кореляції:

$$r_\eta = \sqrt{\eta_{x/y} \cdot \eta_{y/x}}$$
$$\eta_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2 - \sum (y - \bar{y}^0)^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}$$
$$\eta_{x/y} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 - \sum (x - \bar{x}^0)^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}$$

Метод парних порівнянь.

Його використовують для порівняння двох вибірок або функцій. Суть методу полягає в тому, що порівнюються між собою парні варіанти вибірових сукупностей.

Можна оцінювати достовірність середнього значення цієї різниці d_{cp} або d_{max} та можна оцінювати відмінності між середніми значеннями варіантних величин.

$$D = \bar{y}_3 - \bar{y}_m$$

Оцінка достовірності відмінностей здійснюється за t критерієм Стьюдента.

$$t_p = \frac{D}{m_D}$$

$$t_p = \frac{\max d}{m d_{\max}}$$

де m_D - помилка оцінюваної величини.

$$m_D = \sqrt{\left(\frac{\sum d^2}{n} - D^2\right) \div (n-1)}$$

Необхідний об'єм експерименту.

Мінімальне число дослідів визначають за формулою:

$$N_{\min} = \frac{\delta^2 t^2}{\Delta^2}$$

$$N_{\min} = \frac{K^2 t^2}{\Delta_1^2}$$

де K – коефіцієнт варіації;

$$K = \frac{\delta}{x} \cdot 100\%$$

Δ_1 – допустима помилка виміру, %.

$$\Delta = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

Δ – фактична помилка вимірювання
 n - обсяг вибірки.

Оцінка відтворюваності дослідів.

Для оцінки відтворюваності дослідів проводять кілька серій паралельних експериментів. Для кожної серії знаходиться середнє арифметичне функції відгуку:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Для даної серії визначають приватну дисперсію:

$$S_j = \frac{1}{n-1} \sum (y - \bar{y})^2$$

де n – число дослідів у даній серії.

Дисперсія визначається для всіх серій досвіду. Вибирається максимальне значення дисперсії і оцінюється сума дисперсії $A = \sum S_j$ за всіма серіями досвіду. Визначається розрахункове значення критерію Кохнера:

$$G_p = \frac{\max S_j}{A}$$

Розраховане значення порівнюється з табличним. Якщо $G_p \geq G_\delta$, то досвід вважається відтворюваним. GT визначається за таблицею в залежності від ступеня забезпеченості ($p = 0,05$), числа ступенів свободи, рівного $n-1$, і загального числа дослідів N .

Послідовний і рандомізований плани експерименту.

Послідовний план:

- 1) вибирається верхнє і нижнє значення досліджуваного фактора
- 2) вибирається інтервал послідовної зміни значення чинника в експерименті. Інтервал задається таким, щоб описати характер залежності.

Рандомізований план. Значення фактора варіюється у випадковому порядку, але в межах мінімального та максимального значення фактора.

3.2 Моделювання в науковому дослідженні

Під моделлю розуміється така уявна або матеріально реалізована система, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна заміщати його так, що її вивчення дає нову інформацію про цей об'єкт.

При побудові моделі об'єкта його властивості мислення узагальнюються і спрощуються. Модель відображає суттєві властивості об'єкта, зайва деталізація ускладнює дослідження, робить його громіздким. Тому модель роблять оптимальною за складністю, виходячи з мети дослідження.

Побудова, вивчення і використання моделей об'єктів у якості спеціальних засобів пізнання називаються моделюванням.

Моделювання спирається на строгу теоретичну базу, що включає теоретичні аналогії і теоретичні подоби. Моделі, побудовані на базі теоретичної аналогії, називаються моделями - аналогами. Моделі, що побудовані на базі теоретичного подоби, називаються моделі подоби.

Закон перенесення тепла (закон Фур'є):

$$q_T = -\lambda \frac{dt}{dx}.$$

Закон перенесення електрики (закон Ома):

$$q_Y = -\frac{1}{\rho} \frac{dU}{dx}.$$

Закон перенесення маси (закон Фіка):

$$q_M = -\mu \frac{dC}{dx},$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності;

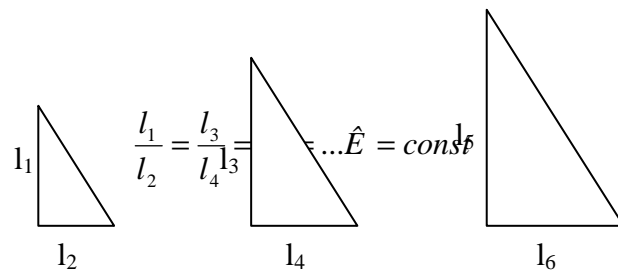
C – концентрація речовини;

μ – коефіцієнт маси переносу;

ρ – коефіцієнт електропровідності.

Всі три явища відносяться до різних фізичних процесів, але описуються ідентичними математичними виразами.

Однакові за формою математичні співвідношення називаються ізоморфними. Це вказує на аналогію даних явищ і дозволяє використовувати один з розглянутих фізичних процесів для моделювання інших. Теорія подібності - це ціле вчення про подібність явищ (основоположник Галілей).



Це означає «однаково для всіх розглянутих об'єктів». Величина K називається критерієм подібності.

Такий спосіб визначення критерію подібності застосувати не тільки для геометрії фігур, але й для різних фізичних процесів. У широкому сенсі критерій подібності – це комплексний вираз, що складається з const, яке пов'язує ці константи за певним законом і зберігає простір у подібних систем.

Теорія подібності базується на трьох основних теоріях.

Теорія 1: дві фізичні явища подібні, якщо вони описуються однією і тією ж системою дифференціюючих рівнянь і мають подібні умови однозначності та їх визначальні критерії подібності чисельно рівні.

Теорія 2: якщо фізичні процеси подібні, то критерії подібності цих процесів рівні між собою.

Теорія 3: рівняння, що описують фізичні процеси можуть бути виражені диференційованим зв'язком між критеріями подібності.

Критерії подібності будь-якого явища можуть бути перетворені в критерій іншої форми за допомогою операцій множення або поділу раніше знайдених критеріїв один на одного.

Доповнення до критеріїв:

1) подібності складних систем, які складаються з підсистем, забезпечується подібністю всіх подібних елементів, що входять до підсистеми;

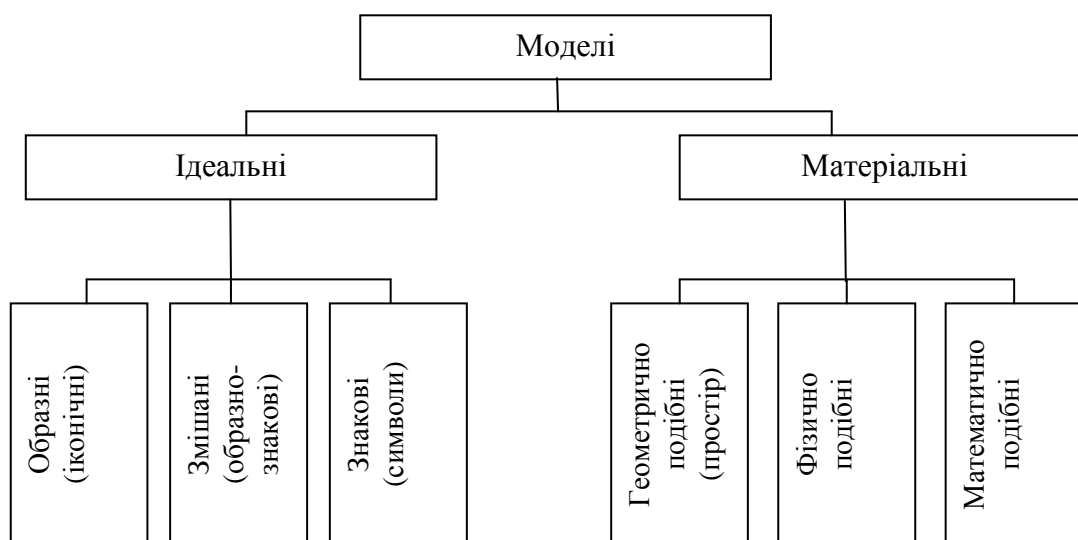
2) усі теореми і умови подібності справедливі для систем різної складності;

3) умови подібності, які справедливі для ізотропних систем, можуть бути поширені і на анізотропні системи;

4) у системах, геометрично не подібних, але мають не лінійну подобию простору процеси можуть бути фізично подібні.

Всі моделі можна класифікувати за двома ознаками: за способом побудови і по якісній специфіці модельованого процесу і об'єкта.

За способом побудови:



Просторова подоба – макети, муляжі.

Фізично подібні моделі створюються з метою відтворити динаміку досліджуваних процесів. Фізична подоба припускає однаковість або схожість фізичної природи моделей і об'єкта і тотожність законів їх руху.

Математичні моделі не вимагають фізичної або геометричної подібності. Тут відносини між моделлю і реальним об'єктом зводяться до аналогії.

Знакові моделі – цифри та таблиці.

У змішаних моделях образна (іконічна) може доповнюватися рисунком, кресленням, схемою, графіком. Це надає іконічній моделі властивість наочності. Іконічна модель конструється у свідомості людини (газ, пар, потоки, хмари).

У знакових моделях властивість наочності відсутня, бо поняття знака виключає схожість між знаком і предметом.

За якісної специфіки моделювання процесу або об'єкта розрізняють такі види моделі: динамічні і статичні, лінійні та нелінійні, детерміновані і стохастичні (випадкові) і т.д.

3.3 Вибір типу і структури математичної моделі

Математичне моделювання являє собою систему математичних співвідношень, що описують ті чи інші сторони досліджуваного об'єкта, явища або процесу.

Математичні співвідношення представлені у вигляді формул, функцій або систем рівняння.

Першим етапом математичного моделювання є постановка задачі, яка включає визначення об'єкта і мети дослідження і завдання критеріїв управління цими об'єктами. Важливим завданням на даному етапі є встановлення меж

об'єкта. Межі об'єкта встановлюються за областю його впливу. Область впливу визначається на основі таких ознак:

1) границі області охоплюють ті елементи, вплив яких на досліджуваний об'єкт не дорівнюють нулю;

2) за межами області дія досліджуваного об'єкта на зовнішні об'єкти наближається до нуля.

Другим етапом моделювання є вибір типу (класу) математичної моделі. Для орієнтовного вибору типу математичної моделі можна скористатися класифікаційною діаграмою, яка пов'язує складність (H) і відносну організацію моделі (Q), об'єкта чи явища.

Вона розраховується за формулою Хартхі:

$$H_m = \log_2 n,$$

де n – число стану об'єкта (можливих станів).

Формула К. Шеннона для визначення поточної ентропії:

$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i.$$

Абсолютна організація моделі:

$$Q = H_m - H.$$

Закон збереження ентропії:

$$H_n = H = Q = const,$$

$$\frac{Q}{H_m} = \frac{H_m}{H_m} = \frac{H}{H_m},$$

$$\frac{Q}{H_m} = R,$$

$$R = 1 - \frac{H}{H_{mzx}} \text{ – формула Ферстера.}$$

Шкала Біра:

0-3 – проста система;

3-6 – складна система;

6-12 – дуже складна система;

>12 – надскладна;

Якщо R :

0-0,1 – режим імовірносний;

0,1-0,3 – квазідетермінований;

0,3-1 – детермінований.

Встановлення динамічності чи статичності здійснюється за поведінкою досліджуваних показників об'єкта в часі.

Для детермінованих систем модно говорити про статичність або динамічність за характером вихідної характеристики систем.

Вихідна характеристика – це зміна вихідного сигналу в часі.

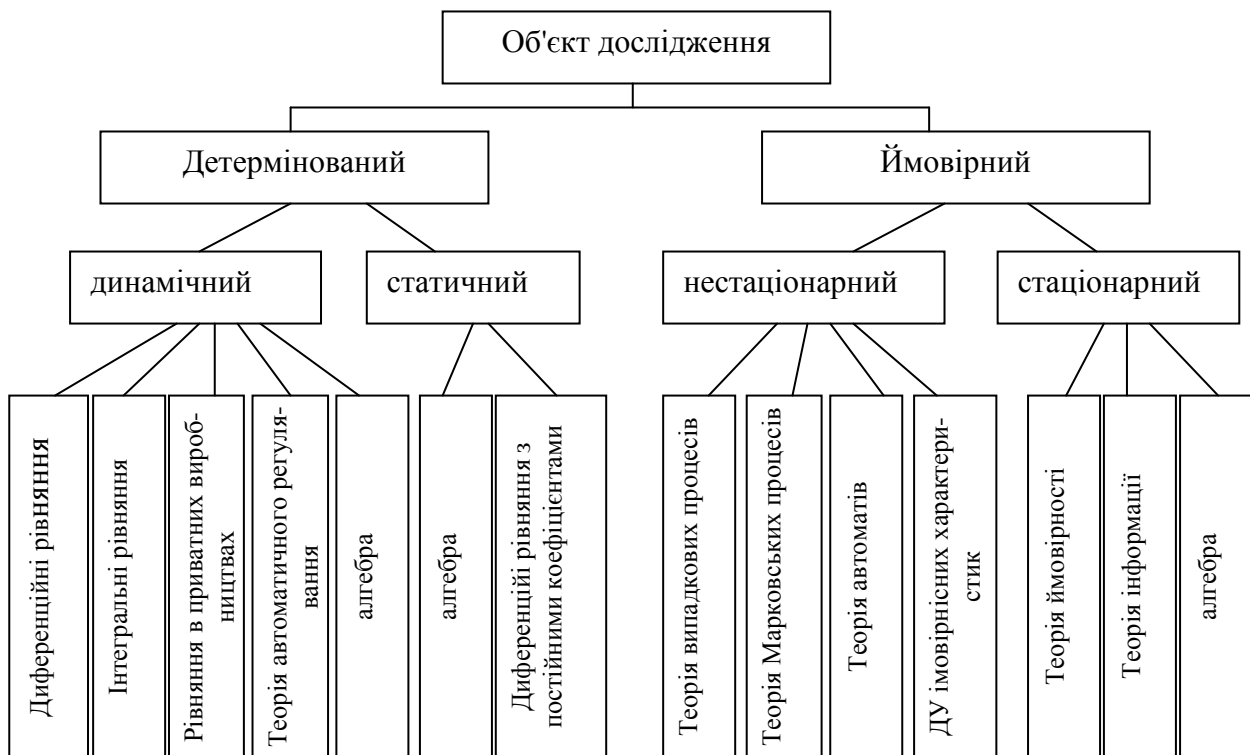
Якщо середньоарифметичне вихідного сигналу по різних відрізках часу не виходить за допустимі межі, то це свідчить про статичність об'єкта.

Стосовно до ймовірносних систем, їх статичність встановлюється щодо зміни рівня її відносної організації (R).

Якщо мінливість цього рівня не перевищує допустимі межі, то система визначається як статична.

Зазвичай про стаціонарності і нестаціонарності імовірнісних об'єктів судять по зміні в часі параметрів закону розподілу випадкової величини. Найчастіше для цього використовують середньоарифметичне випадкової величини і середньоквадратичне відхилення випадкової величини від середньоарифметичного.

Якщо ці величини не виходять за допустимі межі, то модель або систему вважають стаціонарною.



Алгоритм визначення загальних характеристик модельованої системи

1. Ідентифікація детермінізму:

1.1 ранжування всього вихідного інформаційного масиву;

1.2 розбивка ранжированого ряду за розділами з точністю зміни показника:

$$Y_{\max} - Y_{\min} \rightarrow \begin{array}{c} | \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \quad | \\ \hline Y_{\min} \qquad \qquad \qquad Y_{\max} \end{array}$$

1.3 встановлене число можливих станів системи;

$$n = E \left(\frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{\Delta y} \right) + 1,$$

де E - ціла частина дробу.

1.4 оцінка складності системи;

1.5 визначення частоти появи вимірюваних показників в кожному з рядів;

1.6 оцінка поточної (фактичної) ентропії:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i ;$$

1.7 визначення відносної організації системи:

$$R = 1 - \frac{H}{H_M} ;$$

1.8 ідентифікація детермінованості системи з класифікаційної діаграми.

2. Ідентифікація динамічності детермінуючих систем:

2.1 обчислення середньоарифметичної для різних розрізів часу;

2.2 для кожного розрізу t обчислюється довірчий інтервал зміни середньоарифметичної;

2.3 ідентифікація властивостей або динамічності: якщо середньоарифметична не виходить за межі довірчого інтервалу, то система статична, якщо виходить – динамічна.

3. Ідентифікація нестационарності системи

3.1 обчислення середньоарифметичного для різних розрізів часу;

3.2 обчислення дисперсії і середньоквадратичного відхилення для тих же моментів часу;

3.3 обчислення границь довірчого інтервалу для середньоквадратичного інтервалу для середньоквадратичного відхилення;

3.4 ідентифікація властивості стаціонарності або нестационарності.

Але мета і завдання, які ставлять при математичному моделюванні, грають важливу роль при виборі математичного апарату. Практичні завдання вимагають простого математичного апарату, фундаментальні – більш складного. Не менше значення має аналіз інформаційного масиву, отриманого як результат

огляду дослідження інших авторів або пошукового експерименту. Це допомагає вибрати адекватний математичний апарат.

Наступним етапом математичного моделювання є вибір виду математичної моделі у даному її типі. Даний етап пов'язаний із завданням областей визначення досліджуваних параметрів об'єкта.

Для кількісних (числових) параметрів їх взаємозв'язку описуються системами рівнянь, а для якісних – за допомогою таблиць.

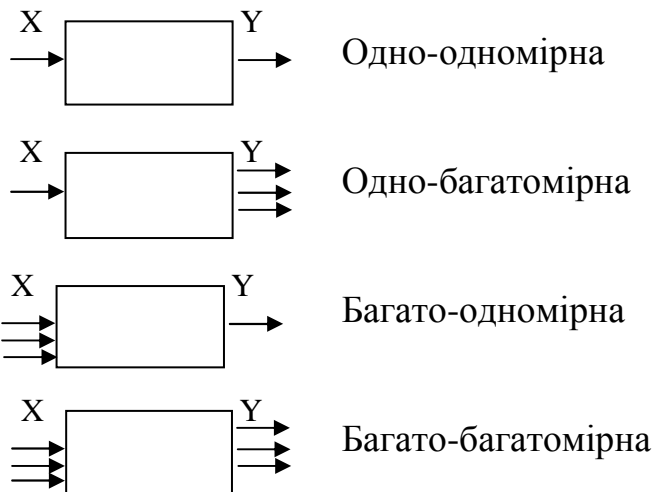
Якщо параметри описуються залежностями, що суперечать, то визначаються їх вагові коефіцієнти, що виражені в частках, одиницях або балах. Тим самим суперечливі залежності переводяться в ймовірні. Особливе місце на цьому етапі вибору виду математичної моделі займає опис вхідних сигналів у вихідні характеристики моделі. Якщо на попередньому етапі встановлено, що об'єкт є статичним, то побудова даного перетворення здійснюється за допомогою алгебраїчних рівнянь.

Рівнозначний зовнішній вплив $y = a \sum_{i=1}^n X_i$.

Нерівнозначний зовнішній вплив $y = a \sum_{i=1}^n a_i X_i$.

Враховуючи вплив поєднання факторів $y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i X_i + \sum_{i=1}^n b_i X_i X_j$.

При цьому визначити схему взаємодії вхідних величин з вихідними характеристиками.



Зазвичай геометричні або фізичні задачі зводяться до одного з 3-х видів рівнянь:

- 1) диференціальні рівняння (ДР) в диференціалах;
- 2) ДР в похідних;
- 3) інтегральні рівняння з наступним.

Рівняння в диференціалах: сутність цього методу полягає в тому, що з умов задачі складають наближене співвідношення між диференціалами. Для цього малі прирощення величин замінюють їх диференціалами. Нерівномірно

протікаючі фізичні процеси протягом в малому проміжку часу розглядаються як рівномірні.

Рівняння в похідних: сутність методу полягає в тому, що з умови задачі складають наближене співвідношення між швидкостями зміни функції і аргументом.

Найпростіші інтегральні рівняння: при розгляді роботи над об'ємами тіл, їх можна описати за допомогою визначених інтегралів або інтегральних форм. У разі, якщо при такому описі невідомі функції потрапляють під знак інтегралу, то одержуваний формальний запис називається інтегральним рівнянням.

Наступним етапом математичного моделювання є встановлення параметрів моделі, використовуючи спеціальні математичні методи.

Вибір методу досліджень математичної моделі

Вибір методу дослідження математичної моделі безпосередньо пов'язаний з такими поняттями, як зовнішня і внутрішня подібність дослідження.

Під зовнішньою подібністю дослідження розуміється очікувана ступінь адекватності математичної моделі реальному об'єкту, що цікавлять дослідника властивостей.

Під внутрішньою подібністю дослідження розуміється очікувана ступінь точності рішення одержуваних рівнянь, які прийняті за математичну модель об'єкта.

У переважній більшості випадків при виборі методу дослідження математичної моделі керуються принципом відповідності зовнішньої і внутрішньої подібності. Цей принцип часто називається принципом рівної подібності. Він аналогічний відомому правилу наближених обчислень, згідно з якими ступінь точності обчислення повинна відповідати ступеню точності вихідних даних.

Відхилення від принципу рівної подібності:

1. Якщо мова йде про розробку нового методу дослідження, який передбачає застосовувати широкий клас моделей, то потрібно прагнути до максимальної внутрішньої правдоподібності дослідження, незалежно від рівня зовнішньої подібності;

2. Якщо здійснюється перевірка зовнішньої подібності моделі, то внутрішня подібність обраного методу перевірки має бути максимальною;

3. Якщо модель настільки проста, що для неї легко отримати точне рішення, то штучно знижувати точність рішення безглуздо.

Вибір методу дослідження тим ефективніше, чим чіткіше поставлена мета і більше мається відомостей про кінцеве вирішення задачі. Такі відомості можуть бути отримані шляхом приблизних досліджень, у процесі яких здійснюється порівняння величин окремих членів рівняння, параметрів елементів моделі. Відносно малі елементи відкидаються, нелінійні залежності замінюються лінійними. Все це дозволяє отримати грубу математичну модель. Іноді навіть грубе рішення буває достатнім. Вибір методу дослідження

математичної моделі багато в чому визначається її видом. Так, якщо математична модель представлена за допомогою алгебраїчних рівнянь, то модель досліджується за допомогою визначників, методів Крамера та Гауса. Тут же використовуються наближені методи аналізу аналітичних рішень, наприклад, графічний метод, метод хорд, метод дотичній, метод ітерації. Якщо модель представлена включеною в ДР, то метод дослідження також зумовлюється класом ДР. Широко використовується метод розділення змінних, метод підстановки, метод інтегрального множника, метод якісного аналізу ДР (найчастіше застосовується для розв'язання нелінійних ДР). Для таких рівнянь використовується наближений метод рішення (для нелінійних): метод послідовних наближень, метод функціональних рядів, метод Рунге-Кутта, метод чисельного інтегрування. Якісна теорія ДР дозволяє вивчити всі можливі рішення регулярні і особливі. В основі якісної теорії лежить поняття фазового портрету.

Фазовий портрет являє собою сімейство траєкторій на фазовій площині.

Фазова траєкторія – це зображення на фазовій площині одного з можливих рішень ДУ.

У деяких випадках ДУ містять параметри стану системи, зміна яких, наприклад, призводить до зміни фазового портрету системи. Тому, для упорядкування фазових портретів використовують структурний портрет системи – це лінії, що розділяють площину існуючих параметрів системи на області, усередині яких зберігся тип системи. У структурному портреті виділяють 2 типи ліній: лінії нейтральності та лінії кратних корнів.

Лінії нейтральності – геометричне місце точок, де система має чисто уявні корені.

Лінії кратних корнів – це межа дійсних і комплексних корнів.

У вирішенні завдань, пов'язаних з системами рівнянь, широко використовуються методи перетворення вихідних рівнянь за допомогою їх логарифмування, інтегрування та інше. Зазвичай вихідні рівняння в цьому слід називати оригінальними функціями, а перетворені – їх відображеннями.

Оптимізація результатів моделювання за заданими критеріями

Оптимізація означає вибір з нескінченної безлічі можливостей у відповідності з прийнятими критеріями найкращого рішення.

Критерій – це ознака, яка дозволяє класифікувати процеси, якісь характеристики на хороші і погані з погляду поставленої мети.

$$E = a\alpha + b\beta \rightarrow \min$$

$$k_a \geq k_{\bar{a}\bar{a}}$$

де α , β – коефіцієнт витрат енергії при русі по луці і піску відповідно.

Пряма оптимізація визначається за складовими критеріями.

На практиці встановити абсолютний оптимум не завжди вдається, тому виявляється неможливим розглянути незліченну безліч варіантів рішення. Тому

оптимізація замінюється раціоналізацією, тобто знаходженням найкращого рішення з практично розглянутих. Завдання оптимізації можуть існувати і в багатовимірному просторі ($x_1, x_2, x_3 \dots x_n$). Якщо цільова функція лінійна відносно змінних (x) і лінійні відносно x та всіх обмежувальних функцій, то такі завдання вирішуються методом лінійного програмування. Якщо до того ж поставлена умова, що всі або деякі x цілі числа, то виникає завдання цілочисельного лінійного програмування. Задача оптимізації в рамках лінійного програмування може бути представлена:

$$K = \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 + \dots \omega_n x_n \rightarrow \min(\max)$$

$$f_1 = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots a_n x_n$$

$$f_2 = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots b_n x_n$$

Для вирішення таких завдань широко користуються симплекс методом. Крім того, широко використовується ЕОМ.

Рішення задач нелінійного програмування базується на методі невизначених коефіцієнтів Лагранжа – знаходження умовного екстремуму.

Наприклад, $y = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2r_i} x_i^2; \quad \sum_{i=1}^n x_i = R,$

де $1/2r$ – коефіцієнт ефективності роботи підприємства;

x – планове завдання для підприємства;

n – число підприємств.

Складаємо Лагранж функції

$$L = \sum \frac{1}{2r} x_i^2 - \lambda \left(R - \sum_{i=1}^n x_i \right),$$

де λ – невизначений коефіцієнт Лагранжа.

Умови існування оптимуму x :

$$\frac{dL}{dx} = 0$$

$$\frac{dL}{d\lambda} = 0$$

Вирішуючи ці рівняння спільно, знаходимо x, λ .

Рішення ряду завдань управління динамічно процесами здійснюється за допомогою методу динамічного програмування. Щоб вирішити завдання динамічного програмування необхідно відшукати максимум і мінімум в складній дискретній функції з великою кількістю змінних. Метод динамічного програмування зводить цю задачу до простої. Мінімально і максимально прості функції в зворотному порядку від кінця до початку процесу.

Для динамічних нелінійних задач немає стандартних рішень. Іноді можливі випадки оптимізації тільки за обмежувальним критерієм. Тут можливі два варіанти критеріїв:

- 1) сходяться обмежувальні критерії;
- 2) частково розходяться обмежувальні критерії;
- 3) повністю розходяться критерії (по ним оптимізація неможлива).

На практиці часто проявляється прагнення до однокрітеріальним оптимізаціям.

Контрольні запитання:

1. За якими ознаками класифікується експеримент?
2. Яка послідовність робіт при проведенні експерименту?
3. Що входить в план експерименту?
4. Що характеризує коефіцієнт конкордації?
5. Опишіть класифікацію моделей.
6. Розкрийте етапи моделювання.
7. Як вибирається метод дослідження математичної моделі?
8. У чому полягає оптимізація результатів дослідження?

ТЕМА 4. ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

4. 1 Задачі і методи теоретичного дослідження

Методологічною основою теоретичних досліджень є творчий процес. Творчість полягає у створенні нових цінностей, установленні невідомих науці фактів, створення досі не бачених, цінних для людства інформаційних даних.

Спростувати існуючі або створити нові наукові гіпотези, надати ґрунтовне глибоке пояснення процесів або явищ, що раніше були незрозумілими або слабовивченими, зв'язати воедино різноманітні явища, тобто знайти стрижень досліджуваного процесу, науково узагальнити немалу кількість дослідних даних – усе це неможливо без теоретичного і творчого осмислення.

Процедура творчості вимагає удосконалення вже добре відомого вирішення. Удосконалювання ж є процесом переконструювання об'єкта мислення в оптимальному напрямку. Коли переробка досягає межі, що визначена поставленою раніше метою, процес оптимізації припиняється, створюється продукт розумової праці. У теоретичному аспекті — це гіпотеза дослідження, тобто наукове передбачення.

За певних умов власне удосконалювання призводить до оригінального теоретичного вирішення тієї чи іншої проблеми. Оригінальність виявляється у своєрідній, неповторній точці зору на певний процес або явище.

При розробці теоретичних аспектів наукового дослідження творчий характер мислення полягає у створенні нових уявлень. Абсолютно нові уявлення утворюються шляхом комбінування відомих елементів. Такий підхід базується на наступних прийомах:

- доборі та узагальненні інформації;
- постійному зіставленні, порівнянні, критичному осмисленні отриманої інформації;
- чіткому формулюванні власних думок, їх письмовому викладі;
- удосконалюванні та оптимізації власних положень. Послідовність проведення теоретичних досліджень має декілька стадій. На першому етапі потрібно ретельно ознайомитися з добре відомими та апробованими рішеннями тієї чи іншої конкретної проблеми. На наступному етапі дослідник-теоретик повинен відмовитися від відомих засобів розв'язання аналогічних до тих задач, що він розв'язує. Далі впроваджуються різноманітні варіанти вирішення проблеми. І на закінчення – власна оригінальна методика вирішення.

Заздалегідь, за наміченим планом, не завжди вдається провести точне вирішення завдання. Іноді оригінальна процедура розв'язування з'являється "зненацька, раптово", після, здавалося б, тривалих і безплідних спроб. Тому, чим більшою кількістю відомих (типових, шаблонних) рішень оперує науковець, тим вище ймовірність досягнення ним оригінального вирішення тієї чи іншої проблеми. Вирішення завдання виникають у фахівців з суміжних галузей науки, на яких "не тисне" вантаж відомих рішень. За своєю суттю, наслідком творчого процесу є зміна наших звичайних поглядів на загальновідомі явища з по-

зицій абсолютно нового наукового підходу. Чим більше сил, праці, часу витрачає науковий робітник на постійне "осмислення" об'єкта дослідження, тобто чим глибше науковець захоплений дослідницькою роботою, тим частіше він досягає конкретного результату.

Результат досліджень буває не завжди позитивним (не завжди досягнутою буває остаточною мета дослідження). Але той шлях, що був здоланий фахівцем у процесі вирішення тієї чи іншої проблеми, вже у певному сенсі є самим результатом творчого пошуку. Наприклад, не викликає сумніву той факт, що не існувало дотепер епохи, коли б фізики (фахівці з особливим математичним складом розуму) не містифікували б сучасників своєю абстрактною мовою. Починаючи з часів становлення квантової теорії (перша половина двадцятих років ХХ ст.), сучасна фізика піднялася на такі терени, що досить велика кількість спеціалістів вже не може розібратися у теоретичних роботах за своєю власною "фізичною" спеціалізацією. Не є нормальним і те, що спостерігати та вимірювати повинна одна група фахівців – "експериментатори", а обмірковування результатів є проблемою інших експертів – "теоретиків". У такому контексті задача розробки "універсальних" сучасних посібників та підручників і для студентів, і для "зрілих" фахівців – це одна з загальних проблем як природничих наук (фізики, хімії, біології тощо), так і гуманітарних (педагогіки, психології, історії та ін.).

Висвітлення основних концепцій, законів та понять сучасної квантової теорії твердого тіла, завдяки її чіткій та ієрархічній будові у цьому сенсі викликає особливі труднощі. Більш абстрактні розділи теорії та методи розрахунків виглядають досить безглуздими та незрозумілими доти, доки не осмислені та не освоєні попередні стадії. Нові загальні положення практично не замінюють попередні емпіричні закономірності та наближення. Тобто не існує прямого шляху одразу до верхівки "піраміди". Навіть такий наочний образ процесу пізнання, як перебирання руками та ногами у процесі плавного та послідовно го підйому угору, є невдалим. Скоріш за все, сучасна наукова теорія (наприклад, квантова) нагадує "зіккурат" – фараонівську піраміду зі шаблями з неймовірно високими та крутими уступами, які обов'язково необхідно здолати, щоб вільно рухатися по наступному плато абстракції. Розумовий скачок угору для кожного з виникаючих бар'єрів потребує таких самих зусиль, як, наприклад, оволодіння диференціальним численням, або евклідовим методом у геометрії.

Але навіть тоді, коли студент закінчив свою освіту і стає активно діючим науковцем, викладачем, інженером, він стикається в джерелах з безліччю таємничих абстрактних символів та понять. Наприклад, для спеціалістів-фізиків такими стають оператори поля, діаграми Феймана, функції Гріна та ін. Тобто на їх шляху постають конкретні (і не останні) бар'єри невідомого. Хоча означені цими термінами ідеї не завжди тісно пов'язані між собою математично, водночас використання їх у багатьох різних областях фізики веде до того, що цей наступний щабель видається більш крутим та більш високим ніж ті, що вже здолані. Тому не дивно, що фізики, які не є спеціалістами у математичній теорії, відмовляються від нового "сходження", незважаючи на очевидну цінність того, що вони вже здатні миттєво помітити нове зерно у хмарах невідомого.

Успішне здійснення теоретичних досліджень залежить не лише від кругозору дослідника, його наполегливості та цілеспрямованості, але й від того, якою мірою він володіє методами дедукції та індукції.

Дедуктивний метод – це такий засіб дослідження, при якому часткові положення виводяться з загальних. Індуктивний – це засіб дослідження, при якому по часткових фактах і явищах установлюються загальні принципи і закони. У процесі проведення теоретичних досліджень використовують як індукцію, так і дедукцію. Гіпотеза наукового дослідження, як правило, ґрунтується на відповідності загальним законам діалектики та природознавства (дедуктивний підхід). Водночас гіпотезу формулюють на основі окремих фактів (індукція).

Особливу роль у теоретичних дослідженнях відіграє аналізування та синтез. Аналіз – це такий засіб наукового дослідження, при якому конкретне явище розчленовується на складові частини. Синтез є протилежним до аналізу. Він полягає у проведенні досліджень тих чи інших явищ в цілому, на основі об'єднання пов'язаних один з одним елементів у єдине ціле. Синтез дозволяє узагальнювати поняття, закони, теорії.

Методи аналізу та синтезу взаємно пов'язані. У наукових дослідженнях їх використовують однаково часто. При аналізі явищ і процесів виникає потреба у маніпулюванні великою кількістю фактів (ознак). Тут важливо навчитися та уміти виділяти головне. У цьому випадку може бути застосований засіб ранжирування, за допомогою якого виключають усе другорядне, що не впливає істотно на аналізоване явище.

Досить часто при проведенні теоретичних досліджень широко застосовується такий засіб, як абстрагування, тобто нехтування другорядними ознаками (фактами) з метою зосередитися на найважливіших особливостях досліджуваного об'єкта, предмета, явища.

У деяких випадках використовується формальний підхід, сутність якого полягає в тому, що основні теоретичні положення тих чи інших процесів або явищ надаються у вигляді формул з використанням спеціальної формальної (часто, математичної) символіки. Застосування символів та інших різноманітних (добре відомих, або оригінальних символічних систем) дозволяє встановити певні закономірності між такими фактами, які начебто не пов'язані між собою.

Не дивно, що у сучасних теоріях спортивних ігор, гімнастики, педагогіки та ін. наук гуманітарного циклу вживають такі формальні підходи. Про це свідчить інтенсивний розвиток таких дисциплін, як спортивна метрологія, педагогічна кваліметрія тощо.

У процесі проведення теоретичних досліджень застосовується як логічний, так і хронологічний (історичний) методи. Логічний метод містить у собі гіпотетичний та аксіоматичний підхід. Гіпотетичний підхід ґрунтується на розробці гіпотези, тобто наукового припущення, що містить елементи новизни та оригінальності.

Найчастіше на початку проведення наукових досліджень, впроваджується розробка так званої робочої гіпотези (тобто, ще ніяким чином необґрунтованої гіпотези). Як правило, основна вимога до робочої гіпотези — достатньо повні-

ше пояснити явища та процеси, які досліджувалися експериментально та відповідають загальним законам діалектики й природознавства. Такий гіпотетичний підхід широко застосовується і є найбільш поширеним у прикладних науках. Тут гіпотеза складає суть, методологічну основу, теоретичне передбачення, стрижень теоретичних досліджень. Гіпотеза у такому підході є керівною ідеєю власне всього дослідження, вона визначає напрямок і обсяг теоретичних розробок.

Найбільш чітко і повно сформулювати робочу гіпотезу досить важко тому, що від того, яким чином сформульована гіпотеза, залежить ступінь її наближення до остаточного теоретичного вирішення проблематики, тобто, трудомісткість та тривалість теоретичних розробок. Успіх залежить від повноти зібраної інформації, глибини її творчого аналізу, цілеспрямованого методичних висновків за результатами аналізу, чітко сформульованих цілей і задач дослідження, досвіду та ерудиції науковця.

На стадії формулювання гіпотези теоретичну частину необхідно розчленувати на окремі, більш конкретні, питання, що дозволить спростити їх проробку. Основою для проробки кожного питання є теоретичні дослідження, виконані різноманітними авторами. Науковець, базуючись на результатах глибокого професійного та критичного аналізу, а також формулюючи (у разі потреби) свої пропозиції, розвиває існуючі теоретичні уявлення або пропонує нові, що є більш раціональними у теоретичному вирішенні проблеми.

Слід зауважити, що гіпотетичний підхід не завжди був універсальним методом наукових досліджень. Наприклад, як відзначає С. І. Вавілов, Ісаак Ньютон скептично дивився на гіпотези і тому практично ніколи не користувався гіпотетичним методом. С. І. Вавілов вбачає, що суттєвий вплив на науковий метод досліджень такого геніального фізика, як Ньютон, належить його вчителю професору Ісааку Барроу.

Але в останні часи все більшого значення набувають дослідження з питань прогнозування, економічного обґрунтування, організації виробництва, що відбиває комплексний характер складних систем. Оптимізація структури підприємств, інформаційні та інші керувальні процеси займають головне місце саме в тих дослідженнях, які обумовлені використанням ЕОМ.

Логічний та хронологічний підходи поєднані між собою тому, що кожне конкретне знання, що отримане за допомогою логіки, повинно розглядатися в історичному аспекті.

У прикладних науках основним методом теоретичних досліджень є гіпотетичний. Його методологія містить у собі:

- вивчення фізичної, хімічної, економічної та ін. сутності досліджуваного явища за допомогою описаних вище засобів пізнання;
- формулювання гіпотези й упорядкування розрахункової схеми (моделі) дослідження;
- вибір математичного методу дослідження моделі і її вивчення;
- аналіз теоретичних досліджень і розробка теоретичних положень.

Визначення фізичної, економічної та ін. сутності досліджуваного явища (або процесу) складає основу теоретичних розробок. Результатом такого дослідження

дження повинно бути багатобічне висвітлення суті процесу, яке базується на конкретних законах фізики, хімії, біології, політекономії тощо. Для цього дослідник повинен визначити класичні закони природничих та гуманітарних (суспільних) наук і вміти їх використовувати стосовно до робочої гіпотези наукового дослідження.

Грунтом для аксіоматичного методу є очевидні положення (аксіоми), прийняті без доказу. За цим методом теорія розробляється на основі дедуктивного принципу. Більш широке поширення такий підхід має у теоретичних науках (наприклад, математиці).

Хронологічний (історичний) підхід дозволяє досліджувати виникнення, формування та розвиток процесів і подій у хронологічній послідовності. Основна мета такого дослідження полягає у виявленні внутрішніх та зовнішніх зв'язків, закономірностей, протиріч. Такий метод дослідження використовується переважно у гуманітарних (наприклад, соціальних, суспільних) і, головним чином, в історичних науках. У прикладних науках історичний метод застосовується при вивченні основних етапів розвитку та формування тих або інших галузей науки і техніки.

На початковому етапі визначення сутності тих чи інших процесів (фізичної, економічної тощо) виступають спостереження. Будь-який процес залежить від багатьох чинників. Кожне спостереження або вимір фіксує лише деякі чинники. Для того, щоб найбільш повно зрозуміти той чи інший процес, необхідно провести досить велику кількість спостережень та вимірювань, тобто сформувати певну базу даних.

На наступному етапі необхідно виділити головне, і лише потім провести наукові дослідження певних процесів або явищ, вживаючи сформовану та систематизовану на першому етапі інформацію. Систематизація даних дозволяє "згустити їх" у таке абстрактне поняття, як "модель". Під моделлю розуміють штучну систему, що відбиває основні властивості досліджуваного об'єкта – оригіналу. Модель – це відображення у зручній формі багаточисельної інформації про досліджуваний об'єкт. Модель знаходиться у певній відповідності з об'єктом дослідження може замінити його у процесі проведення досліджень.

Процедура моделювання дозволяє вивчати явища за допомогою моделей, і на сьогодні така процедура є однією з основних у сучасних дослідженнях.

4.2 Оформлення результатів дослідження

Процес оформлення результатів творчої праці передбачає знання і дотримання певних стандартів.

Наукова робота має характеризуватися не лише високим рівнем змісту, відповідною структурою, а й оформленням.

У наукових роботах слід стисло, логічно і доступно відображати результати дослідження і писати державною мовою.

Особливо важливим є ясність викладу, систематичність і послідовність у подачі матеріалу.

Текст рукопису доцільно поділяти на абзаци, тобто на частини, що починаються з нового рядка. Правильна розбивка на абзаци полегшує читання і засвоєння змісту тексту. Критерієм такого розподілу є зміст написаного. Кожен абзац включає самостійну думку, що міститься в одному чи кількох реченнях.

У рукописі слід уникати повторень, не допускати переходу до нової думки, поки перша не отримала повного закінченого вираження. Не можна допускати в рукописі розтягнуті фрази з накопиченням придаткових речень, вступних слів і фраз, писати за можливістю короткими і зрозумілими реченнями. Текст краще сприймається, якщо в ньому виключені тавтології, часте повторення тих самих слів і виразів, сполучення в одній фразі кількох свистячих і шиплячих літер.

Виклад має бути безпристрасним, містити критичну оцінку існуючих поглядів, висловлених у літературі з даного питання, навіть якщо факти не на користь автора. У тексті бажано менше робити посилань на себе, але якщо це необхідно, то висловлюватись (чи вживати вислови) в третій особі: автор думає, на нашу думку тощо.

Не рекомендується перевантажувати рукопис цифрами, цитатами, ілюстраціями, тому що це відволікає увагу читача й робить важким розуміння змісту. Однак не слід і відмовлятися зовсім від такого матеріалу, тому що за ним читачі можуть перевірити результати, отримані в дослідженні.

Весь допоміжний матеріал краще привести у вигляді додатків.

Цитати в рукописі повинні мати точні посилання на джерела.

Слід дотримуватись єдності умовних позначок і скорочень слів, які використовуються, що відповідали б стандартам. Не можна, наприклад, писати: 10 тонн, чи 10 т., тільки 10 т (без крапки). Відомості про ці стандарти та скорочення є в довідкових виданнях, енциклопедіях, словниках. Якщо ж використовуються скорочення нестандартні, властиві даній темі, то в рукописі доцільно окремою таблицею дати відомості скорочень і помістити їх на початку роботи.

При написанні наукового звіту, доповіді, статті, доцільно дотримуватись загального плану викладу (хоча індивідуальні відхилення можливі).

Спочатку продумується назва (заголовок роботи, який повинен бути коротким, визначальним, і відповідати змісту роботи, оскільки за ним наукова праця буде класифікована в предметному каталозі). Назва роботи виноситься на титульну сторінку, на якій вказуються повне ім'я, по батькові і прізвище автора (авторів) у називному відмінку і посада, яку він обіймає на момент написання роботи, назва установи і міста, де була виконана пропонована робота, рік її оформлення, прізвище, посада і звання керівника.

Зміст повинен розкрити читачеві у короткій формі суть роботи шляхом позначення основних розділів, частин, глав та інших підрозділів рукопису. Місце змісту в загальній структурі рукопису може бути або на початку, або наприкінці.

Іноді при оформленні наукової праці виникає необхідність дати передмову, в якій викладаються основні передумови створення наукової праці: чим викликана її поява; коли і де була виконана робота; перелічуються організації й особи, які сприяли виконанню даної роботи.

У короткому вступі автор інформує читача про суть проблем, визначає основне питання дослідження, щоб підготувати його до кращого сприйняття викладеного матеріалу. У вступі обґрунтовується значення проблеми, її актуальність, мета і завдання, поставлені автором при написанні наукової праці; стан проблеми на даний момент. Не слід при цьому торкатися фактів і висновків, що викладаються в наступних розділах наукової праці.

Наступним дається короткий огляд літератури з розглянутого питання. При цьому дуже важливо вміти відокремити найбільш важливу літературу від менш істотної. Це має велике значення для читачів, тому що дозволяє їм визначити положення роботи в загальній структурі робіт з даної теми.

В основний зміст роботи включаються матеріали, методи, експериментальні дані, узагальнення та висновки самого дослідження. При написанні цього розділу слід чітко з'ясувати питання пропонованого матеріалу, що може насамперед зацікавити читача, і відповідно до цього дати по них вичерпну відповідь. Особливу увагу варто звертати на точність використуваних у тексті слів і виразів, не допускати можливості двозначного їх тлумачення.

Нові терміни, поняття слід докладно роз'яснити.

Загальновідомі і навіть спеціальні терміни, поняття розкривати не обов'язково, тому що наукова праця, як правило, призначається для підготовленого читача, для фахівців.

Цифровий матеріал, якщо він є, подається у легкодоступній для сприйняття формі (таблиці, діаграми, графіки) при дотриманні особливої точності, тому що неточні цифри можуть призвести до неправильних висновків.

Якщо ж якийсь цифровий матеріал можна з достатньою ясністю і стислістю викласти в самому тексті, то його не слід виділяти в табличну форму. Не треба також вносити в таблиці величини, що виражаються для всіх рядків однаковими цифрами (зручніше їх повідомляти в основному тексті).

Кожна таблиця, яка включена в текст, повинна мати назву (заголовок) і номер або для всієї роботи (табл. 27), або для даної глави, наприклад, десятої (табл. 10.3). Особливу увагу треба звернути на заголовки граф таблиці. Таблиця має містити відповіді мінімум на чотири питання: що? коли? де? звідки? Усі відомості, що можуть бути винесені в заголовки граф, немає потреби поміщати в тексті таблиці (наприклад, одиниці виміру). Якщо в таблиці наявні пропуски, їх слід вказати і пояснити, що вони позначають. Текст до таблиць дається дуже короткий, у ньому вказуються тільки основні взаємозв'язки та висновки, що випливають з цифрового матеріалу.

Порядкову нумерацію вертикальним графам установлюють тільки в тому разі, якщо ці номери фактично використовуються в тексті (наприклад, при посиланні на ту чи іншу графу якщо таблиця переноситься на іншу сторінку тексту). У таблицях слід уникати великих чисел, написаних цілком, а використовувати скорочені укрупнені одиниці, наприклад, замість 1391000 т написати 1,391 тис.т і вказати в заголовку, що числа в цій графі виражаються в млн.

Висновки мають відповідати тільки тому матеріалу, що викладений у роботі. Пишуться висновки наприкінці роботи як підсумковий матеріал у вигляді

коротко сформульованих і пронумерованих окремих тез (положень). Іноді їх подають в гранично стислому викладі. Але і при цьому слід дотримуватися принципу: у висновках слід йти від конкретних до більш загальних і важливих положень.

Характерною помилкою при написанні висновків є те, що замість формулювання результатів досліджень, зазначається, що робилося в даній роботі і про що вже висвітлено в основному змісті. Виходить повторення матеріалу і водночас утворюється істотний пропуск – відсутній акцент про результати дослідження.

У висновку надаються узагальнення найбільш істотних положень наукового дослідження, підводяться його підсумки, підтверджується достовірність висунутих автором нових положень, а також висвітлюються питання, що ще вимагають доведення. Заключення ні в якому разі не повинно повторювати висновки. Воно зазвичай буває невеликим за кількістю сторінок, але містким за кількістю інформації. Добре написане заключення характеризується тим, що людина, незнайома з дослідженнями зданого напрямку, прочитавши його, може представити якісну сутність даної роботи (без її методичних і конкретних кількісних аспектів) і зробити певні висновки про можливі напрями подальших досліджень.

Наприкінці роботи наводиться перелік літературних джерел. Літературні джерела, які цитуються, якщо вони використовуються один раз, можна вказати у виносках у тексті, а якщо їх багато і вони неодноразово повторюються в тексті, то варто вказати порядковий номер даного джерела за списком літератури, приведену наприкінці роботи. Усі джерела повинні бути описані в порядку, прийнятому в українській бібліографії, і пронумеровані. У кожній позиції бібліографії мають бути зазначені: прізвище та ініціали автора, найменування книги, видавництво.

Якщо посилання дається на журнал, то варто вказувати прізвище і ініціали автора, найменування статті, найменування журналу, рік видання, номер журналу і сторінки, яку займає в журналі стаття (наприклад, С. 21...30). У тексті ж наукової праці досить посилатися тільки на номер джерела, ставлячи його в прямі дужки. Якщо потрібно посилання на визначену сторінку, то, наприклад, [24, С. 189] означає, що посилання зроблене на сторінку 189 твору, що у списку літератури значиться під номером 24. Список літератури складається або за алфавітом прізвищ авторів, при цьому на початку вказуються вітчизняні джерела, а потім - іноземні, але за таким же принципом, або за хронологічною ознакою. Часто список джерел складають і за черговістю посилань на них у даній роботі.

При написанні наукової праці варто пам'ятати про архітектуру, тобто дотримання належних пропорцій між частинами, розділами, главами, підзаголовками, параграфами і надання їм відповідного шифру: 1.1, 1.2 тощо. Науковий текст має бути цілеспрямованим і практичним, емоційні мовні елементи майже виключаються.

Результати наукових досліджень часто оприлюднюються через систему анотації, рефератів і наукових звітів. Часто за текстом роботи необхідно готувати реферат або анотацію.

Анотація – це коротка характеристика звіту або іншого друкованого документа за змістом, призначенням, формою та іншими особливостями. Анотація виконує насамперед сигнальну функцію і повинна відповідати на таке запитання: «Про що йдеться в первинному документі?» Тому анотації містять у собі переважно фрази у формі пасивного стану, де присудок виражений дієсловом у зворотній формі: («розглядається», «обговорюється», «досліджується» тощо) чи пасивною дієслівною формою («розглянутий», «досліджений», «доведений» тощо). Анотації часто містяться в звітах, а також у книгах, брошурах, тематичних планах видавництва, рекламних матеріалах, у бібліографічних посібниках і друкованих каталожних картках.

Анотація включає характеристику типу наукової праці, основної теми, проблеми, об'єкта, мету роботи і її результати. В анотації вказується, що нового несе в собі дана наукова праця, її читацьке призначення. Середній обсяг анотації – 600 друкованих знаків.

Реферат – це скорочений виклад змісту первинного документа (чи його частини) з основними фактичними результатами і висновками. Реферат на відміну від анотації виконує не сигнальну, а пізнавальну функцію, відповідаючи на запитання «що говориться в первинному документі?». Тому реферат може містити в собі фрази, виражені будь-якою граматичною формою. Реферати містяться в реферативних журналах і збірниках, інформаційних картках тощо. Основні вимоги до реферату й анотації на друковану продукцію і ненадруковані документи – це відповідність стилю, реферат має включати заголовок (як правило, що збігається з заголовком первинного документа) і текст реферату.

Текст реферату включає тему, предмет (об'єкт), характер і мету роботи, методи проведення роботи (для нових методів дається опис, а широковідомі тільки називаються), конкретні результати роботи (теоретичні, експериментальні, описові), при цьому перевагу віддають новим і перевіреним фактам, результатам довготермінового значення, відкриттям, важливим для рішення практичних питань, висновки (оцінки, пропозиції), прийняті і відкинуті гіпотези, описані в первинному документі, характеристику сфери застосування результатів. Середній обсяг реферату залежно від первинних документів повинен мати друкованих знаків: 500 – для заміток і коротких повідомлень; 1000 – для більшості статей, патентів; 2500 – для документів великого обсягу.

Основні вимоги до науково-технічного оформлення звіту викладені у державних стандартах.

У текст звіту входять: постановка задачі і формулювання технічного завдання, аналіз відомих методів і способів його розв'язання, обґрунтування прийнятого рішення за методами (способами) розв'язання задачі, розрахунки і результати експериментів (наводяться у формі, що дає можливість читачу проаналізувати достовірність отриманих результатів), висновки із співставленням і аналізом отриманих у процесі дослідження теоретичних і експериментальних даних, заключення з оцінкою результатів і рекомендаціями щодо їхнього використання.

Рецензія – це зазвичай невелика стаття, що містить аналіз або критичну оцінку друкованої праці. Кожна рецензія має містити заголовок джерела, що

рецензується, коротке перерахування основних питань, відзначення позитивних і негативних сторін рецензованої роботи. Наприкінці рецензії приводиться резюме, в якому оцінюється актуальність праці, його теоретична і практична значимість, дається загальна оцінка правильності доказів і висновків.

З метою оперативного інформування фахівців про результати виконаних досліджень, розробки рекомендацій з напрямів подальшої роботи з використання результатів у народному господарстві організуються різні наукові і науково-технічні конференції, з'їзди, семінари, симпозіуми тощо.

Для виступу на таких зборах фахівців готують доповіді, повідомлення.

Інформація про підсумки проведення конференції (наради, семінару), як правило, публікується у відповідних журналах та інших періодичних виданнях.

Структура звіту по НДР:

1) постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;

2) аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, присвячується дослідженню;

3) формування ідей дослідження (постановка завдання).;

4) виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;

5) висновки про проведеного дослідження і перспективи подальших розробок у даному напрямку.

Контрольні запитання:

1. У чому полягає творчість?
2. Розкрийте сутність методів дедукції та індукції.
3. Що включає методологія гіпотетичного методу?
4. Опишіть порядок оформлення результатів дослідження.
5. Що таке анотація?
6. Що являє собою реферат?
7. Що таке рецензія?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Системологія на транспорті. Технологія наукових досліджень і технічної творчості / Під заг. ред. Дмитриченка М. Ф.– кн. V: Ергономіка/ Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін. – К.: Знання України, 2007 – 318 с.

2. Основы научных исследований / Под ред. В.И. Крутова – М.: Высшая школа, 1989 – 400 с.

3. Кринецкий И. И. Основы научных исследований / И. И. Кринецкий – Киев-Одесса: Вища школа, 1981 – 208 с.

4. Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум) / Под ред. Г.К. Круга. – М.: Высшая школа, 1983 – 216 с.

5. Пальчевский Б.А. Научное исследование: объект, направление, метод / Б. А. Пальчевский – Львов: Вища школа, 1979 – 180 с.

Навчальне видання

ГЮЛЄВ Нізамі Уруджевич
ДАВІДІЧ Юрій Олександрович
РОСЛАВЦЕВ Дмитро Миколайович

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з курсу

**«МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ»**

МОДУЛЬ 1

МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

*(для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання за
спеціальністю 8.03060107 – Логістика)*

Відповідальний за випуск *В. К. Доля*

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2013, поз. 129Л

Підп. до друку 07.05.2013

Друк на ризографі

Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 2,6

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4705 від 28.03.2014 р.