

## **2 ОСНОВНІ ВИДИ НАУКОВИХ РОБІТ**

Наукові роботи умовно можна поділити на три основні види: оглядові, теоретичні та експериментальні.

Звичайно, можуть бути й комплексні роботи, що поєднують в собі комбінації вищезгаданих видів. Розглянемо кожен з видів наукової роботи більш детально.

### **2.1 Оглядові наукові праці**

Праці оглядового типу об'єднують найбільш важливі проблеми теорії та найсуттєвіші експериментальні результати певного наукового напрямку. Як правило, огляди пишуть з нових перспективних напрямів і мають на меті зробити інформацію про них більш доступною для широкого кола наукових та інженерно-технічних працівників.

Від оглядових праць вимагається повний та систематизований виклад стану питання, якому вони присвячені. Дані, які містяться в оглядовій праці, мають дозволити об'єктивно оцінити стан і перспективи досліджень в цій галузі. Предметом аналізу повинні бути нові ідеї та проблеми, можливі шляхи їх вирішення. Особливу увагу при цьому звертають на суперечливі дані, які можуть зустрітися в науковій літературі. Вони мають бути проаналізовані та об'єктивно оцінені.

Огляд як форма наукової праці вимагає глибоких знань усіх сторін розглядуваного питання, гарної теоретичної підготовки, вміння правильно трактувати значення тих чи інших експериментальних та теоретичних результатів, бачити перспективи та невирішені проблеми. Оглядові статті належать, як правило, провідним вченим та спеціалістам у відповідних галузях науки. Яскравим прикладом наукової діяльності цього напрямку можуть бути статті в журналах "Успехи физических наук" або "Review of Modern Physics".

Звичайно, від оглядових студентських праць не вимагається цілісного висвітлення наукового напрямку. Як правило, це має бути огляд вузького напрямку досліджень. Але створення й такого огляду вимагає від автора високого рівня загальної підготовки та копіткої роботи.

### **2.2 Теоретичні наукові праці**

Характер теоретичних праць пов'язано із з'ясуванням можливих фізичних механізмів того чи іншого явища або групи явищ, поясненням на базі відповідної математичної моделі наявних експериментальних фактів і передбаченням можливих нових результатів. Не треба думати, що теоретичні дослідження повинні давати детальну і точну картину фізичного явища, враховувати всі можливі ситуації. По-перше, це неможливо, а по-друге, найбільшу цінність теоретичних праць становить те, що в них автори намагаються пояснити суть явища взагалі, передаючи та відбиваючи найбільш суттєві моменти, основні деталі фізичної картини, яка складає основу математичної моделі. Далі в разі потреби на основі одержаних загальних уявлень можливе детальне опрацювання окремих спеціальних питань. Чим вужче характер питання, тим детальніше та точніше проводиться теоретичний аналіз. При цьому необхідно залучати уявлення та припущення, які справедливі в розглянутому окремому випадку, але, ймовірно, неправомірні в інших випадках в рамках цієї ж теорії.

Безумовно, людині, яка займається теоретичними дослідженнями, потрібна відмінна математична підготовка, з іншого ж боку, ґрунтовні фізичні знання є не менш важливими. Математизація досліджень і теоретичні дослідження - це не одне і те ж саме. Математичний апарат використовується в теоретичних працях як інструмент для опису та доведення висунутих фізичних гіпотез. Щоправда, існує такий тип досліджень, який, хоч і використовує добре відомі положення і рівняння, але відноситься до типу прикладних теоретичних досліджень. Новина цих досліджень пов'язана з тим, що розв'язок відомих рівнянь шукають за цілком конкретних умов. Характерним прикладом такого виду праць є більшість задач електродинаміки. При цьому, одержавши деякі висновки, студент повинен перевести їх в уявні образи, з якими можна проводити реальні експерименти. В такий спосіб можна перевірити правильність власних висновків.

### **2.3 Експериментальні наукові праці**

Метою цього виду праць є одержання нових об'єктивних фактів про певні процеси, визначення їх якісних та кількісних характеристик. Експериментальні дослідження

необхідні для перевірки правильності висунутих теоретичних положень чи прийнятих наближень і є основою для виникнення нових наукових ідей та фізичних уявлень.

Перед експериментаторами завжди виникає питання, скільки і при яких значеннях змінних величин має бути зроблено вимірювань, щоб одержати задану точність результатів. Набір значень величин, який планується дослідником, має назву план експерименту. Проте, не все зводиться до кількості вимірювань. На початковому етапі, зустрічаючись з новим, досі ще незнайомим явищем, експериментатор повинен дослідити його якісно, виявити притаманні йому властивості, скласти (якісно) загальну картину явища і лише після цього скласти план вимірювань. Зауважимо також, що складні експерименти, в яких точність грає вирішальну роль, не можуть ґрунтуватися тільки на інтуїтивному плануванні. Правильний вибір плану експерименту може бути настільки ж суттєвим для досягнення результату, як і підвищення класу точності апаратури. Крім того, побудова оптимальних планів, яка базується на теорії планування експериментів, в ряді випадків значно скорочує його тривалість та вартість.

З економічної точки зору експеримент є видом наукових досліджень, який коштує найдорожче. Тому доцільність його проведення вимагає і найбільш ретельного розгляду. Необхідно чітко уявляти собі завдання і можливість одержання однозначної відповіді або звуження кола відповідей на питання, що є цікавими для дослідника. Особливістю експериментальної роботи є те, що результати вимірювань визначаються великою кількістю різноманітних факторів. Останні залежать не тільки від того процесу, або механізму, який досліджується, але й від ряду інших факторів. Серед цих факторів є як об'єктивні фізичні процеси і закони, що діють аналогічно досліджуваному, так і суб'єктивні, які пов'язані з урахуванням особливостей методу вимірювань і з характеристиками апаратури, що використовується в ході експерименту.

Тому дуже важливо так спланувати дослідження, щоб механізм, який вивчається, можна було б однозначно виділити за деякими ознаками серед інших чинників, які можуть внести вклад до числових значень результатів вимірювань. Отже зрозуміло, що вибору методу досліджень та визначенню вимог до характеристик приладів і апаратури має бути приділено значну увагу. Спочатку слід визначити, які методи принципово можуть використовуватись в даному випадку. Далі шляхом порівняння потрібно обрати найбільш придатний метод, який може дати найдостовірніші результати в умовах експерименту. Крім того, необхідно правильно підібрати апаратуру, яка має входити до складу експериментальної установки. Її технічні характеристики не повинні обмежувати можливості методу.

Щоб правильно і впевнено інтерпретувати отримані експериментальні результати, необхідно визначити похибку вимірювань, той інтервал, у межах якого знаходяться чисельні значення результатів вимірювань. У полі зору експериментатора завжди має знаходитись можливість виявлення нових механізмів, незвичайних залежностей і чисельних значень. Вміння помітити це нове є найбільш складним і цінним в експериментальній роботі.

#### **2.4 Моделювання на ЕОМ**

Цю форму наукових досліджень застосовують в тих випадках, коли початкові дані про досліджуваний об'єкт відомі з обмеженою точністю, коли виникають занадто великі труднощі з аналітичним розглядом проблеми або ж отримання експериментальних характеристик пов'язано з надмірними ускладненнями і витратами.

Зрозуміло, що широке розповсюдження цієї форми наукових досліджень значною мірою стимулюється бурхливим розвитком ЕОМ. З іншого боку, саме глибоке оволодіння методами роботи з обчислювальною технікою дозволяє студенту повніше використовувати можливості цієї форми наукових досліджень.

Отже, моделювання є особливою формою наукової роботи, яка полягає в тому, що дослідження об'єкту здійснюється на його моделі. Модель - це природний або штучний об'єкт, що знаходиться у певній відповідності з "оригіналом" чи з деякими з його властивостями. Модель є відносно самостійним "квазіоб'єктом", який дозволяє отримати при його дослідженні певні відомості про вихідний об'єкт.

Таким чином, моделювання завжди передбачає наявність певних співвідношень, які встановлюють умови переходу від моделі до досліджуваного об'єкту. Ці співвідношення мають назву масштабів. Моделювання охоплює наукові дослідження, спрямовані на розв'язок як загальнонаукових, так і конкретних наукових проблем. Підходи до аналізу та вирішення проблеми можуть бути різними, але процес моделювання передбачає встановлення критеріїв подібності, тобто математичного моделювання тих умов, при яких модель може розглядатись як така, що закономірно відбиває (в тому чи іншому розумінні) властивості оригіналу. При цьому необхідно зазначити, що моделювання не є лише методом розв'язання тих чи інших наукових проблем, а є також засобом, який допомагає знаходженню найкращих шляхів та методів аналітичного розв'язання цих проблем.

### **2.5 Організаційні сторони індивідуальної дослідницької роботи**

Раціональна організація проведення дослідницької роботи скорочує час, який витрачається на одержання нових корисних знань про предмет досліджень. Тому рекомендуємо скласти орієнтовний поетапний план, що відбиває зміст етапів роботи і терміни їх виконання. Планувати роботу на протязі етапу краще під час його виконання.

Перший етап варто присвятити виробленню чіткої власної уяви про мету та актуальність запланованих досліджень. Чим чіткіше ви вирішите для себе ці питання, тим скоріше отримаєте відповідь, що містить корисну інформацію. Мета досліджень може бути досить різноплановою, починаючи з первісного накопичення експериментальних фактів і до побудови теорії нових явищ. Потрібно бачити кінцеву мету та вміти чітко її викласти. Питання, на яке так чи інакше доведеться давати відповідь - це актуальність теми досліджень. Не чекайте, доки його вам поставлять, краще завчасно підготувати аргументовану відповідь. Наукові праці, актуальність яких на час виконання не очевидна, але які дають нові знання, стануть актуальними через деякий час. Проте, такий доказ не варто використовувати як аргумент. Краще виходити з принципу актуальності на даний момент.

Окрім своїх аргументів, які ви можете знайти для обґрунтування актуальності тематики, існують і об'єктивні критерії, хоча, мабуть, і формальні. Одним з них є часова залежність числа публікацій з даної тематики. Якщо кількість публікацій падає з року в рік, то, зрозуміло, актуальність теми знижується. Під час найбільш бурхливого розвитку інтересу до проблеми кількість публікацій зростає експоненціально. Актуальність підтверджується наявністю наукових програм будь-якого рівня, а також відповідних наукових конференцій.

Для правильної організації конкретних наукових досліджень першочерговим є вироблення уявлень про фізичні процеси, на яких ґрунтуються досліджувані явища. Корисно скласти для себе уявлення про зовнішні прояви, що їх можуть мати розглянуті взаємодії. Внаслідок такого розгляду ви повинні спробувати уявити собі ланцюжок: взаємодіючі об'єкти - вихідний стан - природа взаємодії - зовнішні прояви - стан об'єктів після взаємодії. Якщо все це описати за допомогою слів, ви отримаєте те, що має назву - фізична модель.

На основі фізичної моделі спробуйте побудувати математичну модель. Математичний опис дозволяє провести теоретичні дослідження, отримати кількісні оцінки, поставити обчислювальний експеримент. Теоретичні дослідження допомагають побачити те, що лишалось раніше непоміченим, виявити протиріччя, які можуть бути у вашій моделі. Зовсім не обов'язково, щоб всю цю роботу ви проробили самі. Навпаки, потрібно намагатися шукати і використовувати корисні для вас думки та результати інших дослідників, які, напевне, можна знайти з наукової літератури.

Осмислення власних результатів і результатів інших авторів можуть привести до суттєвих змін початкової моделі. Проте, маючи первісну модель за орієнтир, ви зможете швидше прийти до правильного результату та краще зрозуміти роботи інших авторів. Розглядаючи організаційні питання наукових досліджень, зверніть увагу на використання засобів обчислювальної техніки під час проведення робіт. ЕОМ використовують як теоретики, так і експериментатори. Математичні моделі, що не мають аналітичного

рішення, можуть досліджуватись чисельними методами. Без цього зараз неможлива жодна наукова робота.

При проведенні експериментів все більше автоматизують процес досліджень. Рекомендуємо з самого початку налаштуватися на те, що автоматизація досліджень завжди корисна. Звичайно, будувати для простого, одиночного експерименту автоматизовану систему з нуля не має рації. Проте, потрібно враховувати те, що сучасні автоматизовані системи є універсальним, потужним і вельми гнучким робочим інструментом експериментатора. Вони можуть бути придатними не лише для ваших досліджень, але й для будь-яких інших, які проводитимуться потім чи паралельно з вашими. Тому впровадження в практику досліджень автоматизованих систем безумовно виправдає себе і тим швидше, чим інтенсивніше вестимуться дослідження.

Якщо в лабораторії є вимірювально-обчислювальний комплекс для наукових досліджень, то питання вирішується однозначно. Ви повинні орієнтуватися на автоматизовані дослідження. Окрім очевидного факту - звільнення дослідника від копіткої праці по керуванню установкою, зйому та реєстрації даних, обробці та поданню результатів у вигляді графіків, таблиць, математичних моделей, - автоматизація несе ще й ряд суттєвих, якісних переваг. Скорочення часу одного виміру і одночасна фіксація даних цілої низки приладів зменшить вплив усіляких нестабільностей на результати вимірювань. Крім того, висока швидкість вимірювань дозволить здійснити велику кількість спостережень і за рахунок цього значно зменшити величину випадкових похибок. Система, яку орієнтовано на автоматизовані дослідження, дозволить програмно реалізувати цілу низку додаткових апаратних функцій. Наприклад, генерацію сигналів різної форми, фільтрацію, інтегрування, диференціювання, спектральний аналіз сигналів тощо. В цілому автоматизовану систему для наукових досліджень можемо уявити як універсальний прилад, що має широкий набір функцій, які встановлюються програмно, забезпечуючи підвищення якості вимірювань, значно скорочуючи строки проведення досліджень, легко адаптуючись до нових умов експерименту.

Важливим орієнтуючим моментом наукових досліджень є раціональний розподіл та використання робочого часу. Серед елементів наукової роботи будуть і такі, що не дуже приємні. Які вони саме, - залежить від індивідуальних нахилів та уподобань експериментатора. До цього потрібно відноситися з розумінням. Не можна відкладати в сторону "нецікаві" ділянки роботи, чи намагатися швидше їх пройти за рахунок зниження рівня вимог. Залишивши недоопрацьовані, недочитані, незакінчені чи неоформлені ділянки роботи на потім, в абсолютній більшості випадків доведеться починати їх з нуля.

Успіх у дослідницькій діяльності приходить скоріше там, де всі її складові елементи виконані сумлінно. Неабияке значення тут мають робочі записи. Реєструвати потрібно все, що має відношення до дослідження. Багато даних, на перший погляд не суттєвих, потім можуть виявитися корисними - навіть проста реєстрація дати записів. Вона дозволяє згадати те, що не відбито в записах. Наприклад, перебої з електроенергією, інші нехарактерні умови, вплив яких не є очевидним. Часто під час експериментів та при розрахунках використовуються дані з робіт інших авторів. Корисно детально описувати ці дані. Не варто розраховувати на пам'ять. Потрібно уникати записів на випадкових аркушах навіть при допоміжних роботах. Краще за все використовувати спеціальні зошити великого формату. Записи доцільно вести лише на одній сторінці, лишаючи наступну для доповнень та коментарів. Навіть, якщо процеси збору та реєстрації даних автоматизовано на відповідних носіях, робочий зошит все одно є необхідним. Адже крім самих даних є багато відповідного матеріалу, який зручно мати під рукою.

Експериментальна робота повинна здійснюватися виключно на повіреній апаратурі при регулярному контролі за правильністю її роботи. Це дозволить уникнути появи неврахованих систематичних помилок. Чим надійніші дані, тим впевненіше відчуває себе дослідник.

У кінці робочого дня корисно проглянути всі записи, зроблені за день, та одержані результати, внесли необхідні уточнення, намітити роботу на наступний день. Не варто

надовго відкладати обробку результатів та їх аналіз, оскільки в процесі аналізу з'являються обставини, здатні вплинути на план наступних вимірювань.