

УДК 378:53

**Сауров Ю. А.**  
**Вятський державний педагогічний університет, Росія**

## **ПИТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ВИВЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ**

*Показано можливості формування методологічних знань при вивченні фізичних вимірювань.*

**Ключові слова:** методологія пізнання, вимірювання.

У методиці навчання фізиці відомо безліч праць, у яких розглянуто вимірювання фізичних величин та обробка експериментальних даних. Добре адаптовані для шкільного рівня вимоги правильного оформлення результатів вимірювань, розрахунків похибок непрямих і численних вимірювань, наведена не одна задача на застосування цих даних. Проте сучасна практика викладання фізики в школі виявляє типові прогалини як у знаннях учнів та студентів-фізиків педагогічних ВНЗ, так і багатьох учителів з цієї проблеми. Причин ситуації, що склалася, можна навести декілька.

*Незатребуваність знань учителями фізики.* Традиційно вважається, що вміння вимірювати фізичні величини – прикладне вміння, яке не впливає на систему фізичних знань.

*Незатребуваність знань учнями.* На побутовому рівні розуміння навколишнього світу точні знання про фізичні методи дослідження природи сприймаються зайвими. Хоча таке ставлення до пізнання світу недостатнє для світорозуміння сучасної людини. Для вступу до ВНЗ знання про похибки також майже не потрібні.

*Відсутність у методиці навчання фізиці розробок, пов'язаних з методологією фізичних вимірювань.* Судячи з усього, без таких робіт просування в бік поліпшення результатів навчання школярів культурі наукових фізичних вимірювань не буде. Системний погляд на процеси вимірювання, з'ясування змісту методології вивчення фізичних вимірювань у школі повинно, на наш погляд, включати такі блоки питань.

**1. Цілі фізичних вимірювань у науці і практиці.** Тут важливо пам'ятати, що фізика для опису об'єктів природи та їх відношень використовує кількісний мову (мову математики). Властивості об'єктів (і явищ) виражаються фізичними величинами, значення яких можна визначити тільки шляхом прямого або непрямого вимірювання. Крім того, при вивченні природних об'єктів ми через об'єктивні і суб'єктивні причини змушені їх моделювати. Критерієм вибору тієї чи іншої моделі можуть слугувати вимірювальні операції.

**2. Розуміння сенсу вимірювального процесу.** Це досить складний аспект, який потребує методологічного осмислення фізичних вимірювань. Необхідно, перш за все, розуміти, що знання про вимірювання у фізиці є не прикладними, а фундаментальними. Саме в експерименті (нехай навіть уявному) вчені отримують найбільш достовірну інформацію про явище, роблячи необхідні вимірювання. Наведемо класичний приклад. У вимірювальному експерименті А. Майкельсона і Е. Морлі була виявлена незалежність швидкості світла від вибору системи відліку. Логічно цю незалежність А. Ейнштейн поклав в основу спеціальної теорії відносності як один із постулатів. Потім, провівши уявні вимірювальні експерименти, він отримав висновки про залежність довжини рухомого тіла і швидкості перебігу процесів від швидкості його відносного руху. Ці висновки були підтверджені пізніше в реальних експериментах.

**3. Виділення і розуміння фізики вимірювань.** Завжди необхідно пам'ятати, що фізичне вимірювання є процесом взаємодії приладу з об'єктом дослідження. При цьому матимемо на увазі той факт, що прилад впливає на об'єкт так, що вимірювана фізична

величина набуває не те ж саме значення, що було до вимірювання, або змінюються інші властивості об'єкта. (Зауважимо, правда, що до вимірювання у нас немає ніякого значення величини!)

**4. Обробка та інтерпретація результатів фізичних вимірювань.** З погляду філософії та фізики вимірювання впливає розуміння причин наближеності його результатів, а, отже, і наближеності моделювання будь-яких фізичних законів, теорій, розуміння причин виникнення похибок вимірювання.

Діяльнісна складова методології вивчення фізичних вимірювань полягає в умінні складати узагальнений план вимірювання і застосовувати його в конкретній ситуації. Виходячи зі сказаного, можна виділити такі знання та вміння, які необхідні для більш глибокого розуміння суті фізичних вимірювань у школі, а, отже, для більш успішної практичної діяльності при виконанні лабораторних та домашніх експериментальних досліджень:

*Зв'язок фізичних вимірювань з фізичним експериментом взагалі* (фізичне вимірювання – джерело раціонального знання про навколишнє середовище).

Моделі та реальні об'єкти: вимірювання – один з практичних критеріїв застосування певної моделі в певній ситуації.

*Зв'язок фізичного вимірювання з фізичним експериментом.* Вимірювальні операції завжди є частиною досліджуваного явища.

Мета фізичного вимірювання в конкретному випадку: що означають результати фізичного вимірювання і яка їх якість.

Наближеність результатів вимірювання як наслідок моделювання вимірювального процесу, процесу, що вивчається, а також особливостей виготовлення та використання шкал вимірювального приладу.

Похибка результатів фізичного вимірювання як показник ступеня відповідності отриманих даних істинному значенню виділеної фізичної величини (як показник якості вимірювальної моделі).

Розглянемо більш докладно аспекти методології вивчення фізичного вимірювань. Зміст вимірювального процесу як одного зі способів здійснення взаємозв'язку реального світу зі світом знакових моделей можна відобразити у вигляді схеми (рис. 1). Пояснимо її.

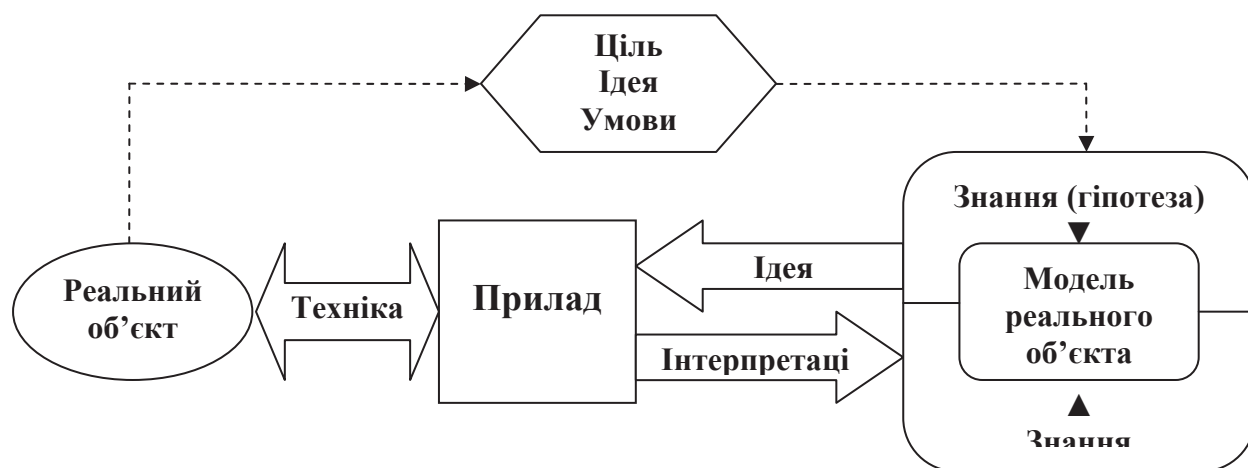


Рис. 1. Зміст вимірювального процесу

Вивчаючи реальний природний об'єкт, учений здійснює його моделювання згідно з якоюсь метою, висувуючи деякі ідеї та враховуючи умови дослідження – висуває деяку робочу гіпотезу (початкові знання). Знакова модель характеризується деякими

кількісними властивостями, вираженими через фізичні величини. Зрозуміло, що модель описує далеко не всі властивості реального об'єкта. На підставі гіпотези про модель об'єкта висуваються ідеї з побудови вимірювального приладу для визначення значення тієї чи іншої фізичної величини. Ці ідеї можна перерахувати: виходячи з моделі реального об'єкта і моделі його взаємодії з іншими моделями ФКС, виділяється необхідна взаємодія, в якій виявляється потрібна характеристика моделі (і відповідного їй реального об'єкта), виділяється фізична величина, яка цікавить; проектується вимірювальний прилад, в якому вибрана взаємодія має так або інакше змінювати стан приладу, що буде відображатися на його шкалі у вигляді числових показників і визначати спосіб його використання; виготовляється прилад і, виходячи з фізики роботи спроектованого приладу, виготовляється шкала вимірювання, якою забезпечується прилад (із застосуванням еталонів вимірюваної фізичної величини).

Після того, як прилад буде виготовлений, його застосовують, тобто приводять у взаємодію з об'єктом. Тут обов'язково враховується фізична сторона вимірювального взаємодії (див. далі). Ці дії відображаються на схемі як техніка вимірювання. Після отримання конкретних результатів настає етап їх інтерпретації, який полягає в таких діях: співвідношення числового результату вимірювання з моделлю об'єкта. Тут знання про об'єкт і його моделі піддаються корекції (отримуємо *Знання'*). *Знання'* впливають на обрану модель об'єкта: якщо отриманий результат не узгоджується з вихідною моделлю, то слід вибрати іншу модель реального об'єкта чи скоригувати модель і, можливо, повернутися до ідеї виготовлення нового вимірювального приладу; якщо результат вимірювання вписується в ФКС стосовно обраної моделі, то приписати величину вимірюваної характеристики вибраної моделі. Таким чином, обрана загальна модель перетворюється на конкретну модель конкретного об'єкта. (І може онтологізуватись.) Крім співвідношення "об'єкт – знакова модель" корисно розуміти співвідношення "властивість – фізична величина". Його можна подати у вигляді схеми (рис. 2).

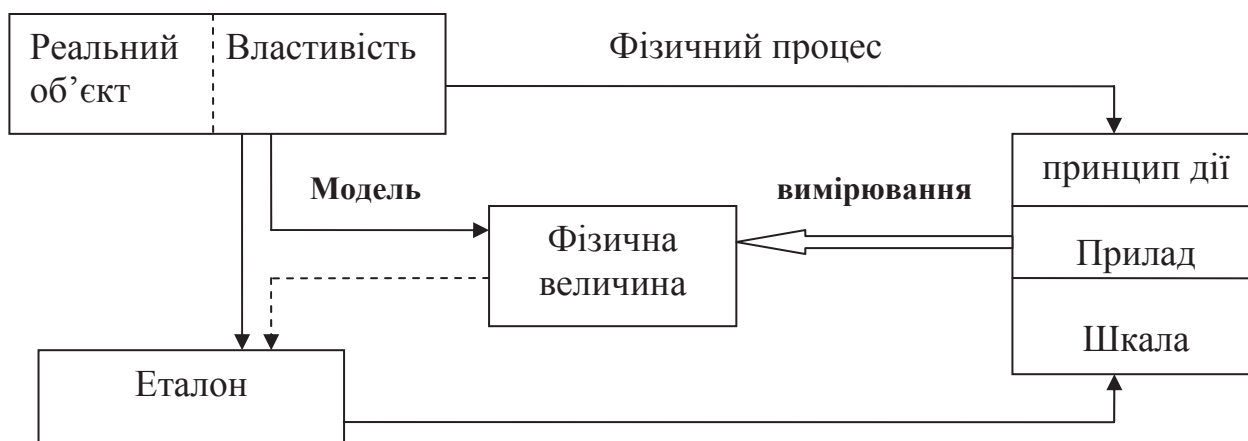


Рис. 2. Співвідношення "властивість – фізична величина"

Пояснимо схему. Якщо властивість реального об'єкта принципово піддається дискретизації, то вводиться відповідна фізична величина. Для її вимірювання створюється еталон – об'єкт, у якого "інтенсивність" прояву розглянутої властивості приймається за одиницю вимірювання.

Потім підбирається фізичний процес, у якому властивість проявляється найбільш зручно для порівняння з еталоном властивості. Цей процес кладеться в основу принципу дії вимірювального приладу. Еталон дає можливість побудувати деяку шкалу для приладу. Необхідно пам'ятати, що шкала приладу може бути побудована тільки шляхом множення

і (або) ділення одиниці вимірювання на деякі раціональні числа. Таким чином, при вимірюванні ми можемо отримати тільки раціональне значення фізичної величини, тоді як насправді воно може набувати будь-якого дійсного значення.

Значення фізичної величини визначається за допомогою отриманого приладу при взаємодії його з реальним об'єктом. Особливості вимірювальної взаємодії відобразимо схематично (рис. 3).

Якщо взаємодію при вимірюванні розглядати як процес, то потрібно виділити такі його важливі сторони:

*Тривалість.* Потрібен деякий час внаслідок інертності приладу. Занадто великим час взаємодії не повинен бути, оскільки фізична величина, як правило, не є сталою.

*Інтенсивність.* Якщо інтенсивність вимірювальної взаємодії велика, то може прилад вийти з ладу або об'єкт значно змінює свій стан. Якщо інтенсивність недостатня – прилад показує нульове значення.

*Кінцева швидкість передачі.* Відіграє особливу роль у теорії відносності. Завдяки цьому факту виявляються ефекти скорочення довжини рухомого тіла й уповільнення процесів у ньому.

*Квантовий характер.* Відіграє визначальну роль при вивченні мікрочастинок. Звідси впливає принцип невизначеності Гейзенберга в квантовій механіці. У більш загальному сенсі квантовий характер виражається в тому, що досліджувана властивість тіла, як правило, безперервна, але при вимірюванні отримують завжди кінцевий числовий результат.

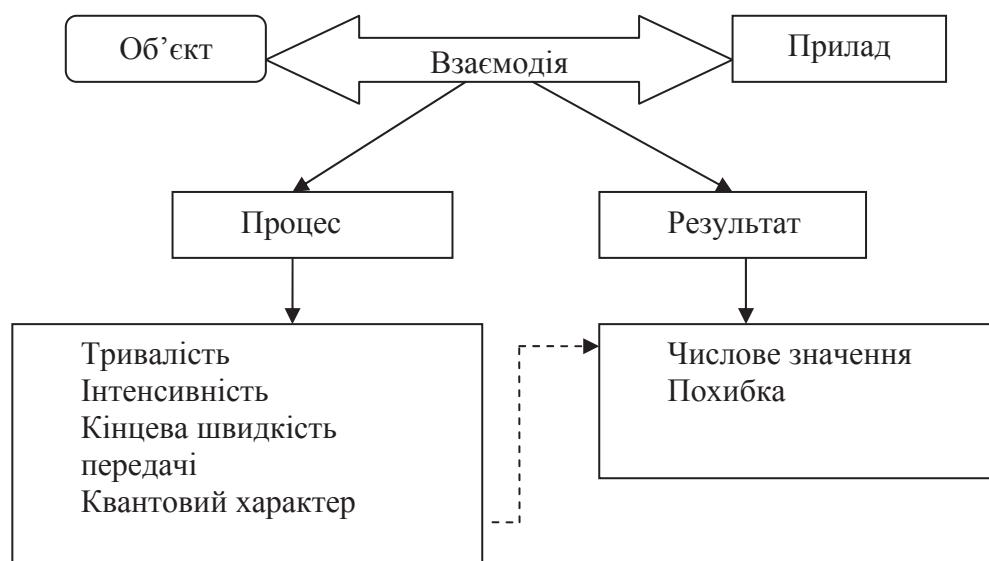


Рис. 3. Особливості вимірювальної взаємодії

Вимірювання як результат взаємодії – отримання кінцевого числового результату (значення фізичної величини із зазначенням похибки).

Виходячи з усього вищевикладеного, узагальнений план фізичного вимірювання включає такі дії:

1. Визначити мету вимірювання, для чого воно проводиться.
2. Виходячи з мети, визначити в першому наближенні точність вимірювання.
3. Уточнити умови, в яких буде проводитися вимірювання.
4. Спираючись на отримані вище відомості, визначити спосіб вимірювання (який прилад знадобиться, як його треба використовувати і т. д.).
5. Вибрати засіб вимірювання (конкретний прилад).

6. Розібратися, на яких фізичних принципах працює прилад, і яка взаємодія лежить в основі вимірювального процесу (щоб якомога ретельніше врахувати систематичні похибки).

7. Провести вимірювання фізичної величини. Результат записати обов'язково із зазначенням абсолютної похибки.

8. Чи достатньо точний результат? Чи можна його надалі використовувати? Якщо щось не влаштовує, то треба повернутися до пункту 1 цього плану.

Отже, ми виділяємо чотири сторони вимірювальної операції: а) методологічну; б) фізичну; в) процедурну (саме на неї традиційно приділялась найбільша увага в методиці навчання фізики); г) творчу (пов'язану з виготовленням, підбором приладів і методів вимірювання, складанням плану вимірювань взагалі і в конкретній ситуації).

Результатом методології розгляду фізичних вимірювань повинна бути відповідна методика, в якій вивченню процедури обробки певних вимірювань надається важливе місце, однак це місце аж ніяк не є визначальним.

#### **Використана література:**

1. Мултановский В. В. Рассмотрение в школьном курсе роли физических взаимодействий при измерении / В. В. Мултановский, Ю. А. Сауров // Физика в школе. – 1980. – № 1. – С. 30-33.
2. Атепалихин М. С. Вопросы методологии физических измерений при обучении физике / М. С. Атепалихин, Ю. А. Сауров. – Киров : Изд-во Кировского ИПК и ПРО, 2005. – 106 с.
3. Сауров Ю. А. Программа формирования методологической культуры субъектов образования / Ю. А. Сауров // Образование и саморазвитие. – 2009. – № 1. – С. 3-11.

**Сауров Ю. А. Вопросы методологии изучения физических измерений.**

*Показаны возможности формирования методологических знаний при изучении физических измерений.*

**Ключевые слова:** методология познания, измерение.

**Saurov Y. A. Voprosy methodologies of study of the physical measurings.**

*Possibilities of forming of methodological knowledges are rotined at the study of the physical measurings.*

**Keywords:** methodology of cognition, measuring.

УДК: 378.147

**Сичікова Я. О.**

**Бердянський державний педагогічний університет**

#### **ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ “КЛАС ЧИСТОТИ МАТЕРІАЛІВ” У СТУДЕНТІВ-ФІЗИКІВ ПЕДАГОГІЧНОГО ВНЗ**

*У статті комплексно представлено теоретичних методів дослідження класів чистоти матеріалів, засобів її вираження при введенні понять матеріалів електронної техніки та фізики реальних кристалів під час підготовки майбутніх учителів фізики.*

**Ключові слова:** клас чистоти матеріалів, електронна техніка, електроніка, чисті речовини.

Сучасний економічний розвиток країн визначається не стільки природними ресурсами, скільки здатністю до генерування та впровадження нових ідей. Розвиток сучасної електроніки вимагає від суспільства підготовки висококваліфікованих кадрів.