

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра “Теплотехніка та теплові двигуни”

І.П. Полтавський, О.В. Гришина

**ЗНАЧЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ
ПІЗНАННЯ**

Конспект лекції з дисципліни

***„МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА
ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ”***

Харків 2009

Полтавський І.П., Гришина О.В. Значення вимірювання в процесі пізнання: Конспект лекції. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 18 с.

Значення вимірювання в інженерній діяльності спеціалістів-теплоенергетиків полягає в тому, що не можливо обійтися без постійного контролю стану теплоенергетичного обладнання для його економічної і безпечної роботи.

Важливо знати глибше, що таке вимірювання, його визначну роль у пізнанні законів природи і встановленні взаємного зв'язку між технічними процесами.

У лекції стисло розкривається визначення поняття вимірювання.

Рекомендується для студентів спеціальності «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Теплотехніка й теплові двигуни» 4 січня 2008 р., протокол № 8.

Рецензент

доц. В.М. Толстов

І.П. Полтавський, О.В. Гришина

ЗНАЧЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ ПІЗНАННЯ

Конспект лекції з дисципліни

*„МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ТЕПЛОТЕХНІЧНІ
ВИМІРЮВАННЯ”*

Відповідальний за випуск Гришина О.В.

Редактор Ібрагімова Н.В.

Підписано до друку 12.02.08 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Обл.-вид.арк. 1,25.

Замовлення № Тираж 100. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, пл. Фейербаха, 7

Міністерство транспорту та зв'язку України
Українська державна академія залізничного транспорту

Кафедра „Теплотехніка та теплові двигуни”

Полтавський І.П., Гришина О.В.

ЗНАЧЕННЯ ВИМІРЮВАННЯ В ПРОЦЕСІ ПІЗНАННЯ

Конспект лекції з дисципліни
„Метрологія, стандартизація та теплотехнічні вимірювання”
для студентів спеціальності „Теплоенергетика” денної та заочної
форм навчання

Харків 2009

Полтавський І.П., Гришина О.В. Значення вимірювання в процесі пізнання: Конспект лекції. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 18 с.

Значення вимірювання в інженерній діяльності спеціалістів-теплоенергетиків полягає в тому, що не можливо обійтися без постійного контролю стану теплоенергетичного обладнання для його економічної і безпечної роботи.

Важливо знати глибше, що таке вимірювання, його визначну роль у пізнанні законів природи і встановленні взаємного зв'язку між технічними процесами.

У лекції стисло розкривається визначення поняття вимірювання.

Рекомендується для студентів спеціальності «Теплоенергетика».

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Теплотехніка й теплові двигуни» 4 січня 2008 р., протокол № 8.

Рецензент

доц. В.М. Толстов

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Зв'язок вимірювання з математикою й природознавством	5
2	Роль вимірювання у фізико-математичних науках	6
3	Результат вимірювання	7
4	Точність при вимірюванні	10
	4.1 Випадкові похибки	11
	4.2 Систематичні похибки	13
5	Пізнавальний процес і процес вимірювання	14
6	Інші погляди на процес вимірювання	18
	Висновок	20
	Список літератури	21

ВСТУП

Вимірювання пов'язане з історією цивілізації з початку її зародження. Розвиток навичок вимірювання починається з необхідності практичного застосування вимірювань для оцінювання необхідних величин, таких як довжина, час, маса і т.д.

«Вимірювання – це пізнавальний процес, у якому визначається відношення однієї (вимірюваної) величини до іншої однорідної величини (прийнятої за одиницю вимірювання)» [2].

Але це визначення сформулювалося в часи, коли основними засобами вимірювання були стрілочні прилади й прилади з ручним наведенням. Тому попереднє поняття вимірювання із впровадженням в усі галузі науки й техніки автоматичних вимірювань переглядається.

К.Б. Карандеєв, В.І. Рабинович і М.П. Цапенко [3] порушили питання про нове визначення вимірювання. Даючи нове визначення вимірювання, вони намагалися відповісти на такі запитання:

Чи завжди можна розглядати вимірювання як пізнавальний процес?

Коли варто вважати дане вимірювання закінченим?

Чи необхідно, щоб результат вимірювання був представлений у числовій формі?

Тоді формулювання вимірювання виглядає так: «Вимірювання є процес одержання інформації, що полягає в порівнянні дослідним шляхом вимірюваних і відомих величин або сигналів, виконання необхідних логічних операцій і подання інформації в числовій формі» [3].

Але якщо результат вимірювання часто використовується тільки для керування тією або іншою системою, то навряд чи можна вважати вимірювання в усіх випадках пізнавальним процесом.

1 ЗВ'ЯЗОК ВИМІРЮВАННЯ З МАТЕМАТИКОЮ Й ПРИРОДОЗНАВСТВОМ

Проблеми вимірювання привертають до себе увагу як філософів, так і натуралістів, тому що при спостереженні й експерименті, роль яких у пізнанні об'єктивної реальності велика, вимірювання займають значне місце. Сучасне природознавство розвивається в такому напрямку, що пізнання якісних боків явища обов'язково повинне сполучатися з визначенням кількісних відносин між предметами і явищами об'єктивної реальності.

З найперших кроків природознавства природа пізнавалася за допомогою спостережень. Перш ніж робити якісь висновки про хід природних процесів, поводження тіл і т.д., треба було виділити групи явищ і предметів, пізнати їх у якісному відношенні, але коли для практики цього стало явно недостатньо, з'явилася необхідність перейти до їхнього кількісного пізнання. При спостереженнях стали використовувати спочатку найпростіші, а потім усе більш й більш удосконалені вимірювальні прилади. Наприклад, в астрономії, перш ніж визначати більш-менш точне положення світил на небі, тобто перейти до вимірювання їхнього спостережуваного руху, треба було встановити, які зірки й у який час зникають і з'являються на небі, які групи зірок нерухомі одна щодо одної, які рухливі й т.д., інакше кажучи, необхідно було провести деяку якісну класифікацію небесних світил. І тільки тоді виявилось можливим перейти до точного спостереження із застосуванням вимірювальних приладів – власне вимірювання.

Для фізика особливо цінні ті експерименти, де пізнання якісних боків явища сполучається з пізнанням кількісних (фізичні величини виражаються в числовій формі), залежності між фізичними величинами перебувають у формі математичного рівняння, функції й т.д. Досягти цього можна тільки за допомогою вимірювань. Вимірювання служить сполучною ланкою між природознавством і математикою. Найпростішим математичним вираженням кількісних відносин між об'єктами є функція. Щоб можна було перейти від експерименту до функції, необхідно виразити властивості й відносини природних об'єктів у

числовій формі, а це спричиняє формування *одиниць вимірювання* – необхідного елемента процесу вимірювання.

2 РОЛЬ ВИМІРЮВАННЯ У ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУКАХ

Сучасні оцінки значення вимірювань у науці, техніці й інших областях пізнавальної діяльності можна принципово погодити:

- вимірювання становить істотну концептуально-емпіричну складову процесу пізнання;

- вимірювання (процес, процедура, операція) поєднує концептуально-математичні підстави із практичною діяльністю, що призводить до того, що необхідним елементом вимірювального процесу є його способи вимірювання;

- вимірювання є базою для природних наук, ключем для застосування автоматизованих технологій виробництва (наприклад, процедур керування якістю й надійністю), а також базою для впровадження сучасних технологій на транспорті, у торгівлі, охороні навколишнього середовища, медичній діагностиці й точному трактуванні кожного виду практичної діяльності людини.

Значення вимірювання можна оцінити з точки зору, сформульованої у сфері фізичних наук, які в пізнавальних процесах широко використовують вимірювальні операції як спосіб одержання чисельних значень фізично ідентифікованих процесуальних змінних (емпіричні дані), необхідних для створення й знаходження математичних моделей досліджуваних об'єктів.

Для доповнення цієї тези варто процитувати Макса Планка: *«У фізиці враховується тільки те, що було обмірювано. Картина світу фізики є мозаїкою нескінченної кількості вимірювань. Однак вони не є безладним хаосом, оскільки фізик розміщає їх у глибоко осмислений образ світу»* [4].

Подібну точку зору розділяють й інші теоретики і практики науки про вимірювання. Його можна сформулювати так: *«всі твердження про навколишній світ можуть стати правдивими*

після точних вимірювань так, щоб результати не залишали сумнівів щодо правильності гіпотез, висунутих про моделі й закони в науці» [5].

Тут варто привести ще ряд висловлень видатних учених про роль вимірювання:

Б.С. Якобі (1801-1874р.р.) – російський фізик: «Жодної точної науки, жодної прикладної науки, жодного досліду без вимірювань», «Мистецтво вимірювання є могутньою зброєю, створеною людським розумом для проникнення в закони природи й підпорядкування її сил нашому пануванню».

Томсон (Кельвін) (1824-1907 рр.) – англійський фізик: «Кожна річ відома лише тією мірою, якою її можна виміряти».

Г. Галілей (1564-1642 рр.) – італійський фізик: «Вимірюй все доступне вимірювання й роби доступним все недоступне йому».

Д.І. Менделєєв (1834-1907 рр.) – російський хімік: «Наука починається там, де починають вимірювати. Точна наука не мислима без міри».

М.Ф. Маликов (1949 р.) - російський метролог: «Вимірювання – пізнавальний процес, що полягає в порівнянні шляхом фізичного експерименту даної величини з відомою величиною, прийнятою за одиницю порівняння».

Уже в 1973 році кількість вимірюваних величин оцінювали приблизно в 400-450, сучасні потреби вимірювання – у 1200 величин, прогноз на найближче майбутнє – 2000 фізичних, фізико-хімічних, технічних, біофізичних й інших величин.

3 РЕЗУЛЬТАТ ВИМІРЮВАННЯ

Поняття «результат вимірювання», що стосується закінчення дії за назвою «процес вимірювання», може бути широко інтерпретоване і мати більш вузьке визначення для інформаційних процесів і застосування його для певних завдань. Необхідно зазначити, що значення поняття «результат вимірювання», яке міститься в нормативних документах, визначає цей важливий елемент вимірювання узагальнено, а іноді й неоднозначно з погляду досягнень сучасної теорії й техніки

моделювання, одержання й символічного відображення інформаційних об'єктів.

У стандарті ДСТУ 2681-94 «Метрологія. Терміни й визначення» [6] наведене таке визначення: «Результатом вимірювання є значення фізичної величини, отримане шляхом процесу вимірювання». Додатковий коментар відзначає вплив різноманітних факторів на вимірювання.

У Міжнародному словнику основних метрологічних понять результат вимірювання визначається як «значення вимірюваної величини, отримане шляхом вимірювання» з додатковим розширеним коментарем, що пояснює «комплексне вираження результату вимірювання містить інформацію про вплив різних факторів» [5].

Одночасно з'явився новий підхід до оцінювання якості вимірювання завдяки введенню поняття ненадійності (непевності, невірогідності) результату й нової інтерпретації часткових (складових) помилок вимірювання, особливо щодо класичного поняття систематичної помилки.

Результат вимірювання загально містить у собі кількісне (числове) значення певної якості й саму якість (одиницю вимірювання). Це відповідає введенню в результат вимірювання як мінімум двох інформаційних об'єктів, першим з яких є чисельне значення вимірюваної величини, а другим – символічне позначення цієї величини. Принциповою стає акцепція результату вимірювання як інформаційного повідомлення. Приймається, що крім чисельного значення вимірюваної величини й символічного позначення одиниці вимірювання, повідомлення повинне містити додаткові інформаційні об'єкти щодо оцінки якості вимірювання, а також умови відображення реалізованого процесу.

Визнання вимірювання дослідницьким процесом призвело до виділення в цьому процесі станів апріорі (перед вимірюванням незалежно від досліду) і апостеріорі (після вимірювання), які визначають початок і кінець елементарного (часткового) циклу (акту) пізнання. З такого визначення випливає принцип інтерпретації вимірювального процесу як елемента певного роду інформаційного процесу (або інформаційного вимірювання), що складається із серії актів пізнавальних дій, певних послідовних

станів апріорі й апостеріорі й інтерпретації результату вимірювання як стану апостеріорі (на підставі досліду – протилежне апріорі).

В інтерпретації вимірювання як процесу приймаються припущення, що у вимірюваннях ми маємо справу з безліччю сигналів, які описують зміни маси й енергії в певному замкнутому просторі з виділеними входами й виходами, причому одержання інформаційних об'єктів з такої безлічі сигналів вважається інформаційним процесом. Відповідно до такої інтерпретації вимірювання – це дія, що полягає в ідентифікації певного ряду або безлічі об'єктів, які містять вимірювальну інформацію, що дають вимірювані фізичні величини (інформаційні сигнали). Результат вимірювання в такому випадку є результатом ідентифікації (ототожнення) безлічі формальних інформаційних об'єктів.

Б.М. Яворським уведено поняття «експеримент» для визначення вимірювання: «вимірювання – це експеримент, який полягає в одержанні значення величини згідно із установленою шкалою вимірювання» [7], котра явно зв'язує вимірювання з дослідницькою діяльністю, що лежить у визначенні величини (числа й одиниці вимірювання величини), з концепцією створення й застосування відповідних шкал разом зі створенням умов для її реалізації. Відповідно до цього визначення результат вимірювання є оцінкою величини метричного простору з використанням установленої шкали з безліччю припустимих шкал й одиниць вимірювання величини, що належить до опорної системи.

Варто звернути увагу на інтерпретацію роз'яснення змісту вимірювання як результату дії, що призводить до досягнення певної мети. Результат вимірювання в такому випадку вважається станом апостеріорі реалізації функції мети, що досягається після закінчення процесу, початого в стані апріорі цієї функції.

Мета вимірювань, які є складовою частиною процесу пізнання дійсності, є формулювання знань, що виражають факти, котрі стосуються емпірично пізнаного фрагмента дійсності, допустивши, що факти передують знанню й становлять підставу для його одержання.

Необхідно підкреслити, що звичайно в результаті вимірювання використовуються такі поняття: чисельне значення, визначення вимірюваної величини й оцінка якості вимірювання.

З теоретичної точки зору, результати вимірювання (процесу вимірювання) є характеристикою конкретної системи вимірювання й не можуть розглядатися відокремлено від неї й прийнятих припущень. У визначенні поняття «результат процесу вимірювання» необхідно враховувати стан розвитку пов'язаних з ним теорій і важливих для нього чисельних процедур, таких як перетворення, кодування, пересилання інформаційних об'єктів.

4 ТОЧНІСТЬ ПРИ ВИМІРЮВАННІ

У сучасному експерименті вимірювальний прилад не існує в чистому вигляді як безпосереднє «продовження» органів почуттів людини. Зараз у фізичному експерименті прилад є елементом розвиненого вимірювального пристрою, за допомогою якого фізика вивчає явища природи, ніяк не сприймані органами почуттів людини (наприклад, електромагнітне поле, різні види випромінювання).

Виникає питання, наскільки можна довіряти показанням приладу і яка їхня точність? *Точність приладу* – це ступінь вірогідності результату вимірювання, отриманого за допомогою даного приладу. *Точність результату вимірювань* – це характеристика якості вимірювання, що відбиває близькість до нуля похибки його результату. Вона повинна відповідати фізичному змісту величин, обумовлених тією або іншою теорією. Уточнення вимірювання величини можливо тільки до деякої межі, далі якої вимірювана величина змінює свій фізичний зміст; воно вже не відповідає вимірювальному завданню, поставленою теорією, що абсолютна тільки в чітко фіксованих умовах. Тому постановка – виміряти будь-яку величину необмежено, абсолютно точно, безвідносно певних теоретичних подань – відносна, позбавлена змісту. Отже, прилад, що вимірював би з необмеженою точністю, у підсумку не виміряв би нічого.

Крім того, при вимірюваннях не тільки вимірювана величина, але й прилад є під впливом серії зовнішніх і

внутрішніх випадкових факторів, які впливають на точність його показань. При дії одних факторів стрілка проскочить потрібну поділку шкали (дійсне значення вимірюваної величини), при інших не дійде, тобто прилад може «показувати» справжнє значення вимірюваної величини тільки крізь масу випадкових відхилень, обумовлених до деякої міри конструкцією приладу, що визначає, в остаточному підсумку, точність приладу.

Оскільки абсолютно точне значення вимірювання в рамках певної теорії варто розуміти як нескінченний процес, що складається з безлічі вимірювань з кінцевою точністю, то треба було б вимагати від приладу абсолютно точного вимірювання в тому розумінні, щоб він показував дійсне значення вимірюваної величини відразу без будь-якого розкиду, це неможливо, бо ліквідувало б прилад зовсім.

Наприклад, у вольтметра не повинно бути тертя між керном і призмою, спадання напруги на контактах і броунівського руху в деталях, товщина стрілки повинна бути нескінченно малою й т.д., тобто вимірювальний прилад як реальний прилад зникає.

Таким чином, будь-яка обмеженість точності вимірювання величин – необхідний ступінь розвитку пізнання. Ця обмеженість не має абсолютного характеру, вона знімається в процесі розвитку науки взагалі й вимірювальної техніки зокрема, що може призводити до нових відкриттів, як, наприклад, був відкритий дейтерій при вимірюванні густини води.

4.1 Випадкові похибки

Реальний вимірювальний експеримент вважається закінченим, коли отриманий ряд числових значень вимірюваної величини. Як правило, чисельні значення цього ряду вимірювань трохи відрізняються одне від одного. Якщо в кожному одиничному акті вимірювання виходить те саме числове значення, то це зовсім не є ознакою точного вимірювання, а навпаки, це ознака того, що чутливість методу не відповідає специфіці вимірюваної величини. У кожному разі реальний процес вимірювання не вільний від маси випадкових факторів, які так чи інакше впливають на процес вимірювання й дають

значення вимірюваної величини, що трохи відрізняються одне від одного. Якщо ця відмінність знаходиться в допустимих межах, то можна шляхом обробки результатів вимірювань за допомогою теорії помилок визначити з необхідною точністю дійсне значення вимірюваної величини.

Похибкою вимірювання називається алгебраїчна різниця між отриманим при вимірюванні й дійсному значенні вимірюваної величини

$$\Delta_i = x_i - x,$$

де Δ_i – похибка вимірювання;

x_i – значення вимірюваної величини, отримане в результаті вимірювання;

x – дійсне значення вимірюваної величини.

Похибки поділяють на випадкові й систематичні.

Випадкові фактори відбиваються у *випадкових похибках*. *Випадковими* називаються похибки, появу яких у кожному окремому акті вимірювання не можна передбачати, тому що вони залежать від багатьох причин. Випадкові похибки не можуть бути виключені дослідним шляхом (удосконаленням методики вимірювання), вони можуть бути тільки зменшені до якоїсь межі, а далі завдання зводиться до обробки рядів вимірювань методами статистики й теорії ймовірностей.

Згідно зі стандартом [6] випадкова похибка вимірювання – складова похибки вимірювання, що змінюється випадково (за ознакою й значенням) у серії повторних вимірювань, проведених з однаковою старанністю того самого розміру фізичної величини.

Чим менше число вимірювань, тим більше дійсне значення «затемнено» випадковими факторами, тим більше похибка арифметичного середнього, тим менш чітко виступають значення, близькі до істинного. При великій кількості вимірювань крізь масу випадкових відхилень «з'являються» значення величини, найбільш близькі до дійсного, і це дійсне значення проявляє себе як середнє даного ряду вимірювань. Чим більше вимірювань, тим менше похибка арифметичного середнього, тим воно ближче до дійсного значення.

В остаточному підсумку точність вимірювання є абсолютною тією самою мірою, у якій абсолютні теоретичні подання про ту або іншу величину. Оскільки теоретичні подання на кожному етапі якоюсь мірою неповні й відносні, тією самою мірою відносна й точність вимірювання величини, що характеризується нашими теоретичними поданнями. Так само як наука йде до абсолютного знання нескінченним рядом ступенів, де знання певних закономірностей неповне, відносне, так й абсолютно точне вимірювання, знаходження дійсного значення вимірюваної величини – це нескінченний процес, здійснюваний через зміну з обмеженою точністю.

4.2 Систематичні похибки

Різні фактори, що впливають на процес вимірювання, породжують й інший вид похибок – *систематичні*, тобто постійні похибки або ті, що змінюються за певним законом.

Згідно зі стандартом [6] систематична похибка вимірювання – складова похибки результату вимірювання, що залишається постійною або закономірно змінюється при повторних вимірюваннях однієї й тієї ж фізичної величини.

Фактори, що породжують систематичні похибки, у процесі експерименту можуть бути виявлені, оскільки кожен вид систематичних похибок залежить від обмеженого числа причин, які піддаються контролю спостерігача. Це, власне, і визначає індивідуальний метод виявлення систематичних похибок у процесі вимірювання, а також метод обліку їхнього впливу на результат вимірювання.

Систематичні похибки, що змінюються за складним законом, можна виявити, зіставляючи дані з умовами експерименту. Якщо зміна дослідних даних відповідає умовам експерименту, є систематичні похибки. При достатній кількості вимірювань за характером чергування знаків залишкових похибок визначається наявність прогресивної або періодичної похибки. Виявивши систематичні похибки, неважко визначити їхній вплив на результат вимірювання.

Приведення у відповідність точності й правильності вимірювання шляхом виключення систематичних похибок є невід'ємною частиною нескінченного процесу точного вимірювання.

При виключенні систематичних похибок дослідник багато часу й сил витрачає на те, щоб зробити похибки значення виправлень якнайменшими й цим поліпшити правильність результату вимірювання. Коли в особливо відповідальних вимірах доводиться враховувати похибки виправлень, то положення стає таким самим, як воно було при випадкових похибках. За допомогою теорії помилок знаходимо середню квадратичну, імовірну й т.д. похибку середнього значення виправлення, бо похибки значення виправлення являють собою випадкові похибки. Чим точніше визначене виправлення, тим правильніше виконано вимірювання.

Знаходження абсолютно точного значення виправлення, а звідси й абсолютно правильного й точного значення вимірюваної величини, є також нескінченим процесом, що проходить через нескінченний ряд вимірювань з обмеженою, відносною правильністю.

5 ПІЗНАВАЛЬНИЙ ПРОЦЕС І ПРОЦЕС ВИМІРЮВАННЯ

Під час пізнання приймається, що умовою адекватності (тотожності) описів у пізнавальному процесі згідно з теорією є наявність відповідного матеріалу (інформації про емпіричні дані). Цей матеріал трактується у вигляді символічної конструкції інформаційних даних, у яких зіставляється, що вони є об'єктивними, достовірними, повторюваними й у принципі загальнодоступними. Такі дані не можуть бути отримані в простих процесах спостереження й вимагають застосування складних вимірювальних процесів з використанням сучасного устаткування.

Загалом можна виділити дві групи поглядів на вимірювання і способи вимірювання. У першій групі базовою є теза, що наука про вимірювання і способи вимірювань характеризуються оригінальністю й унікальністю теоретично-філософського підходу до вимірювальних процесів, тобто відображення

виділених десигнатів (десигната – означуване) із простору формалізованих абстрактних символів, утворення матеріальних синонімів виділених моделей об'єкта й конструювання оцінки помилок відображення дійсності в числах і символах. Ці конструкції налагоджують зв'язки в галузі науки (символічно-абстрактні й символічно-матеріальні зразки відносин).

Природою поглядів, що складають другу групу, є теза, що «наука про вимірювання й засоби вимірювань не має автономного характеру (тобто не має власної теорії), хоча її принципи охоплюються наукою про інформацію й системи» [5, с. 462], особливо технікою перетворення сигналів і числовою реалізацією математичних операцій, а процеси вимірювання й необхідні для цього засоби вимірювань можуть бути описані в границях кібернетики й електронних технологій.

Ця група поглядів зневажає істотними фактами, що в галузі вищезгаданих наук не враховуються (способом, важливим для пізнавальних процесів), специфічними теоретичними проблемами, які мають відношення до досліджених емпіричних об'єктів (зокрема, метризації, порівняння з матеріальним зразком-еталоном й оцінки адекватності вимірювального процесу щодо дійсності). У цих підходах зневажають функцією й метою вимірювального процесу – одержання об'єктивного відображення виділених рівнів дійсності – предмета пізнання.

У вимірювальному процесі поняття «вимірювального перетворення» сигналів – поняття неавтономне й не може бути відірване від таких понять теорії вимірювання, як порівняння властивостей, фізичний зразок властивостей (еталон), а також від помилок процесів, які належать до концептуальних й емпіричних дій, і від символічних понять (абстрактів), що враховують психофізіологічні особливості, котрі включають розуміння й осмислення суб'єкта пізнавального процесу (істотне значення яких становлять вимірювальні процеси).

Труднощі у створенні загальної теорії вимірювань деякі автори бачать у способі об'єднання поняття вимірювання з вузькоокресленою практичною функцією експериментального характеру в науці й техніці, а також людською діяльністю. Відповідно до такого розуміння односторонньої інтерпретації вимірювання, пристосованої до цієї функції, це стає причиною

розбіжності між теоретичними математичними моделями, які описують деяке явище внаслідок обмеженої точності відображення, що ускладнює створення теоретичної математичної бази в *метрології* (наука про вимірювання).

Проблема застосування математичних мов для опису об'єктів й явищ, які відбуваються в реальності, лаконічно висловив Ейнштейн: «Поки математика залишається точною, вона не буде описувати дійсність. Якщо вона буде намагатися її описати, то перестане бути точною» [5, с. 463].

При усуненні цих розбіжностей і визначенні напрямку дій для створення основ загальної теорії вимірювання можна досягти трактуванням вимірювання як концептуально-емпіричного процесу, що містить дві сполучені складові: математичну й емпірично-операційну, які доповнюють одна одну (від лат. *concertus* – думка); гр. *empeiria* – дослід), а також приведення цього опису до загального інформаційного простору, наприклад, у межах кібернетики, науки про інформацію, теорії систем і теорії структур.

6 ІНШІ ПОГЛЯДИ НА ПРОЦЕС ВИМІРЮВАННЯ

Необхідно звернути увагу на погляди на вимірювальний процес, згідно з яким у вимірюванні виділяють дві складові: теоретичну (концептуальну або інтелектуальну) і емпірично-операційну, припускаючи, що ці групи дій трактуються як взаємозалежні або сполучені.

Ідею виділення концептуально-теоретичної (математичної) складової можна також знайти у формулі, що застосовується відомим польським метрологом А. Йелльонеком: «виміряти – тобто побачити» [5], де важливим є твердження, що у вимірюванні, крім експериментальної (операційної) складової, є також істотна теоретична складова – інтелектуальна.

Важливою також є інтерпретація пізнавального процесу як початкового етапу ідентифікації моделей фізичний об'єктів, допустивши, що в сучасній інженерії й наукових дослідженнях вихідні дані про об'єкт можуть бути отримані завдяки вимірюванню. Метод ідентифікації може впливати на метод вимірювання й навпаки. Таким чином границю між

вимірюванням й ідентифікацією (особливо параметричною) важко визначити, а іноді навіть неможливо встановити.

Аналізуючи визначення «вимірювання полягає в підпорядкуванні чисел властивостям об'єктів (предметів, явищ) відповідно до встановленого закону (або алгоритму)», можна помітити, що встановлення цього закону (або алгоритму) залежить від:

- експериментально перевічених відносин (зв'язків), які виникають між об'єктами згідно з тією або іншою властивістю;
- мети вимірювання;
- прийнятих аксіом, які визначають алгоритм вимірювання й групи емпіричних процедур, що реалізують цей алгоритм.

Все це підкреслює роль суб'єкта дослідження в цьому процесі, тобто приймається, що центральну роль у вимірювальному процесі відіграє людина. Числа як абстрактні символи є творчістю (справою) людини, а далі вимір поєднує дійсність і практичну діяльність людини, що збагачує її пізнавальні можливості. Важливим є еволюція моделей й алгоритмів. Вплив різноманітного роду взаємодій на вимірювальний процес й еволюцію його моделі описаний й частково проаналізований В.Я. Розенбергом [9].

ВИСНОВОК

У результаті дослідження було усвідомлено, що процес вимірювання як один з боків процесу пізнання є процесом таким же суперечливим, як і пізнання в цілому.

По-перше, у рамках певної теорії кожен окремий акт вимірювання може бути здійснений тільки з обмеженою точністю. Досягнення ж абсолютної точності вимірювання є нескінченним процесом, що складається з одиничних актів вимірювання з обмеженою, відносною точністю. Ця ідея реалізована в теорії помилок, завдяки застосуванню якої можливе точне вимірювання у рамках певної теорії.

По-друге, «вихід» науки в нову область дослідження матеріального світу робить відносними щодо неї наявні до цього теоретичні подання; змінює свій зміст певне коло понять і

величин, що характеризує їх. Потрібні нові вимірювання, які відповідають новому вимірювальному завданню як щодо методу, так і щодо точності, тобто розмови про абсолютну точність поза певною теорією позбавлені змісту. У рамках певної теорії зміни абсолютні настільки, наскільки абсолютна сама теорія.

Суперечливість процесу розвитку науки втім і виражається, що абсолютність кожної наукової теорії обмежена, а розвиток науки в цілому не має меж. Так й абсолютність вимірювання обмежена певною теорією, але абсолютність вимірювання буде зростати разом з розвитком всієї науки.

Список літератури

1 Философский энциклопедический словарь / Под ред. С.С. Аверинцева, Э.А. Араб-Оглы, Л.Ф. Ильичев и др. – 2-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 815 с.

2 Философская энциклопедия / Под ред. Ф.В. Константинова, В.Ф. Амуса, Б.Э. Быховского и др. – М.: Советская энциклопедия, 1964. – 584 с.

3 Карандеев К.Б., Рабинович В.И., Цапенко М.П. К определению понятия измерения // Измерительная техника. – 1961. – №12. – С.56-61.

4 Гернек Ф. Пионеры атомного века. – М.: Наука и техника, 1998. – 90 с.

5 Основи метрології та вимірювальної техніки. Т.1. Основи метрології / М. Дорожковець, В. Мотало, Б.Стадник, В. Василюк; Під ред. Б. Стадника. – Львів: Вид-во Нац. університету «Львівська політехніка», 2005. – 565 с.

6 ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни і визначення. – К.: Держстандарт, 1994. – 25 с.

7 Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. В 2 т. – 2-е изд. – М.: Наука, 1974. – Т.1. – 496 с.

8 Мельников О.А. О роли измерений в процессе познания. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1968. – 96 с.

9 Розенберг В.Я. Введение в теорию точности измерительных систем. – М.: Советское радио, 1975. – 304 с.

10 Основные термины в области метрологии: Словарь-справочник / М.Ф. Юдин, М.Н. Селиванов, О.Ф. Тищенко и др.; Под ред. Ю.В. Тарбеева. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 113 с.