

УДК 378.016:5:009

**НАУКОВА КАРТИНА СВІТУ – ОСНОВА ІНТЕГРАЦІЇ  
ПРИРОДНИЧИХ І ТЕХНІЧНИХ ЗНАНЬ****Олена Трифонова (м. Кіровоград)**

Стаття присвячена проблемам розкриття сутності поняття «експеримент» на нинішньому етапі розвитку наукових досліджень, його ролі у фізиці, хімії, математиці, біології, технічних дисциплінах. Окреслені основи інтеграційні зв'язки природничих та технічних дисциплін, які забезпечують поступальний розвиток науково-технічного прогресу і швидке запровадження його у виробництво. Приведені приклади оперативного й успішного запровадження у практику лазерної техніки, комп'ютерів, радіоактивного випромінювання тощо для вирішення проблеми створення нових матеріалів з наперед заданими властивостями.

**Ключові слова:** експеримент, інтеграція, наукова дослідження, техніка, науково-технічний прогрес, матеріали із наперед заданими властивостями.

**Постановка проблеми.** Починаючи з Ф. Бекона, Г. Гегеля та інших мислителів експеримент є фундаментальним способом у наукових дослідженнях; методом вивчення природного чи суспільствознавчого явища в штучно створених (лабораторних) умовах з метою з'ясування процесу його розвитку; в епоху науково-технічного прогресу є основою інтеграції природничих та технічних наук; найбільш ефективним і дієвим засобом пізнання [1].

Експеримент у технічних науках має певні особливості: дослідник самостійно організовує умови його проведення з урахуванням виходу на практичне застосування у виробничих процесах, психологічного факту та невтручання в ситуацію; експериментатор може прогнозувати зміну варіантів умов та кінцевий результат прояву досліджуваного технічного застосування (технологічного процесу); в експерименті можливі кількісні та якісні зміни з метою виокремлення окремих деталей процесу, чи заміни деталей, вузлів, блоків установки; із запровадженням комп'ютерних технологій зростає роль моделювання теорії при підготовці до експерименту; нового підходу набуває точність технічних засобів експерименту, що складаються з багатофункціональної електронної апаратури, прецизійних механічних пристроїв, високочутливих приладів; глобалізація експерименту.

Таким чином, доцільним є окреслення проблеми інтеграції наукових відкриттів природничих наук та результатів розвитку технічних наук.

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблемам інтеграції змісту природничих дисциплін присвячені наукові праці Д.Д. Біди, С.У. Гончаренка, М.Г. Гапонцевої, К.Ж. Гуза, Л.В. Дольнікової, І.М. Козловської, Н.Л. Магури, С.М. Рибак, М.І. Садового, С.Б. Шабаги, Г.І. Шатковської та ін. [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [11]. Водночас ці наукові здобутки вимагають систематизації та узагальнення, дослідження генези та розвитку інтеграційних процесів в освіті, зокрема у галузі

природничих дисциплін.

**Мета статті** полягає у визначенні умов ефективності інтеграції технологічних виробничих процесів та результатів наукових досліджень з фізики, хімії, біології, математики, електронно-обчислювальних машин.

**Виклад основного матеріалу.** Перевірка гіпотез і висновків теорій входить до основних завдань будь-якого експерименту, що мають фундаментальне і прикладне значення. Експеримент є критерієм природничо-наукової істини, основою наукового пізнання навколишнього світу [5].

Природничо-науковий експеримент використовує фізичне моделювання досліджуваного об'єкту особливо у поєднанні з комп'ютерним керуванням і умовами його проведення. З цією метою моделюючі об'єкти конструюють одночасно з спеціальними установками й пристроями: прискорювачами, радіотелескопами, спектрометрами, комп'ютерами, барокамерами, термостатами, магнітними пастками та ін., що забезпечують умови їх роботи. Нині моделювання на нанорівні набуває виключного характеру в дослідженнях, які ведуть до створення новітніх матеріалів та конструкцій. Сучасні експериментальні дослідження поряд з досягненням природничо-наукової істини в своїй основі спрямовані на відпрацювання технологій виробництва нових видів різноманітної продукції.

Ускладнення експериментального завдання вимагає підвищення достовірності передбачуваних результатів через: багатократне дублювання операцій вимірів; удосконалення технічних систем і приладів; підвищення їх точності, чутливості та роздільної здатності; чіткий облік основних і врахування неосновних чинників; попереднє планування експерименту та його результатів.

Яскравим прикладом такого підходу є діяльність Публічного Акціонерного Товариства Науково-виробничого підприємства «Радій» (м. Кіровоград), яке виготовляє захисну апаратуру на атомні електростанції. Якщо на початку 80-х років минулого століття головним елементом у виконавчих пристроїв було реле різних типів, то розвиток новітніх нанотехнологій привів до конструювання спеціальних груп транзисторів, укладених у плати. Кожна така плата орієнтована на реагування на певний подразник: температуру, концентрацію речовин, окремі види випромінювання, густину речовин тощо. Причому кожний подразник визначається багатократно і з певною допустимою точністю. У випадку будь-якого відхилення, здійснюється автоматичне вимкнення того чи іншого блоку і перевимикання його на інший.

У цій операції виключного значення набуває обробка експериментальних результатів. Найбільш поширеними методами обробки результатів досліджень є статистичні ранжування та групування: комп'ютерні, табличні і графічні. Ранжування передбачає розподіл

кількісних показників за обґрунтованого певного порядку, наприклад, за ступенем важливості чи значимості, у послідовності зростання, чи зменшення. Ранжування дає можливість виділити другорядні й випадкові дані, що не впливають на результати проведеного дослідження. Групування здійснюється за певними ознаками. Статистичні дослідні дані подальшого аналізу результатів дослідження заносять до таблиць, передаються через електронні пристрої (наприклад «Кобра»), будуються графіки тощо.

Сучасна статистична теорія похибок в сукупності з комп'ютерними технологіями дозволяє забезпечити надійне коригування експериментальних даних, відсіювання випадкових помилок, провести узагальнення їх в процесі формування наукового факту. Статистична обробка – операція переходу від емпіричних даних до природничо-наукового факту.

Комп'ютерні технології аналізу забезпечують уточнення експериментальних результатів, насамперед у їх порівнянні й узагальненні. Зафіксоване експериментальне явище чи властивість об'єкту стає науковим фактом лише після його теоретичної інтерпретації.

Отже отриманий в експерименті науковий факт є наслідком узагальнення сукупності експериментальних даних, заснованих на спостереженнях і вимірах характеристик досліджуваного об'єкту, які передбачувалися у гіпотезі. Одержаний науковий факт завчасно передбачається використати у технічних пристроях одночасно із завершенням експериментальних випробувань.

Засоби природничо-наукових досліджень постійно змінюються. Причому зміна їх відбувається все частіше і частіше. Сучасні експериментальні та теоретичні дослідження поновлюються нині кожні 10-15 років, відповідно змінюються технологічні процеси, запроваджується новітня техніка [4].

Починаючи з І. Ньютона на всіх етапах дослідження природи вчені керуються в теоретичними знаннями.

Для М.М. Боголюбова, Б.Б. Голіцина, Дж. Максвелла, Д.І. Менделєєва, М. Планка, І.Є. Тамма, В.П. Шелеста та інших ХІХ-ХХ століття основною професійної діяльності була виключно теоретична робота. Перші у фізиці, хімії, математиці розглядали теоретичні проблеми. Інші вчені О.К. Антонов, І.В. Курчатков, Л.Д. Ландау, А.М. Туполєв, Ю.Б. Харитон були теоретиками-практиками. Одні висували і обґрунтовували нові ідеї, а інші – впроваджували їх у практику [12].

Крім теоретиків значна частина вчених займалися й експериментальними дослідженнями: М.Г. Басов, В.М. Глушков, М.І. Давидов, О.М. Макаров, О.М. Прохоров, П.О. Черенков і багато інших [12].

Відбувся поділ природодослідників на професійних теоретиків і експериментаторів. У всіх галузях природознавства утворилися експериментальні і теоретичні напрями і відповідно науково-дослідні

інститути, спеціалізовані лабораторії, наукові школи [6], [10], [11].

В останні ж десятиліття тільки у виняткових випадках теоретик проводить експериментальну роботу, щоб підтвердити свої теоретичні висновки. Тому виокремилася специфіка експериментальних та теоретичних методів дослідження.

Спеціально-наукові методи дослідження визначаються специфічним характером предмета й об'єкта дослідження природничих наук. Спеціально-наукову методологію визначають як сукупність методів, принципів і прийомів дослідження, котрі використовуються у тій чи іншій галузі технічних і теоретичних знань.

Специфіка мікрооб'єктів полягає в їх дуалістичній природі. Співвідношення неозначеностей відображає специфіку фізики мікрочастинок, одержано за одночасним визнанням класичних характеристик координати й імпульсу руху частинок їх хвильових властивостей, квантових обмежень застосування класичної механіки до мікрооб'єктів [7], [9, с. 48].

Наступна специфіка полягає у тому, що у природознавстві спочатку склався природний, фізичний та мисленний типи експерименту, які під впливом науково-технічної революції переросли у науково-виробничий теоретико-прикладний і нині у модельно-інформаційно-машинний. Експеримент нині застосовується для пізнання об'єктів, які не сприймають наявні нині засоби дослідження. Тому вступає в силу вимога встановлення співвідношення теоретичного та експериментального у дослідженні об'єкту пізнання.

Специфіка сучасних засобів теоретичних та експериментальних досліджень полягає в тому, що вирашною особливістю природознавства є подолання її складовими – фізикою, хімією, кібернетикою, етологією, екологією внутрішніх об'єктивних та методологічних меж і відповідно їх вихід на загальнонауковий рівень. Методи дослідження фізики настільки проникли у хімію, біологію, географію, техніку, медицину, що в узагальненій формі сформувалися концепції дослідження всього матеріального світу. Однією з таких концепцій є багатопланова концепція нерівноважних станів сформованих у теорії катастроф. Вона одержала не лише теоретичний розвиток, а й слугувала зародженню нетрадиційної методології (раціональне й ірраціональне у науковому пошуку; статус і типи ненаукового знання; наука – лженаука: демаркація ідей; понятійно-вербалізоване і образне освоєння світу; наукова істина і моральна норма; релігійне бачення світу, його роль в освоєнні реальності) [14].

Теорія станів далеких від рівноваги дає можливість зняти ряд суперечностей у науці, сформувати область знань, яка має загальнонаукову значимість. Вона обумовлює не лише нову парадигму сучасної фізики, а й революціонізує всю науку і дозволяє вивчати більш загальні і глибокі взаємозв'язки: кореляційні, кооперативні, часові,

просторово-часові. Ці зв'язки є менш помітними, коли складові системи все далі віддаляються від рівноваги.

Специфікою квантово-польових уявлень про закономірності і причинності є статистичний характер законів мікросвіту і ймовірнісного характеру їх прояву. В основі єдності світу лежить випадковість та ймовірність. Така картина світу включає в себе і спостерігача. Згідно антропного принципу від присутності спостерігача залежить результат дослідження, світ є таким завдяки існуванню людини. В свою чергу й людина вважається закономірним результатом еволюції Всесвіту.

Таким чином, робота видатних учених-природодослідників, філософів збагатила теорію й практику рівня розвитку сучасного природознавства і, поза сумнівом, проходила в тісному взаємозв'язку теорії, експерименту й техніки. Тому не випадково будь-яке теоретичне узагальнення в природознавстві повинно неодмінно перевірятися експериментом з урахуванням специфіки розвитку уявлень про матеріальний світ.

На початку ХХІ століття методи й технічні засоби експериментального дослідження природних явищ та процесів досягли високого ступеня досконалості. Їх енергетичне забезпечення досягає максимуму можливостей за сучасних технологій. Перевірені експериментальні методи дослідження потребують оновлення існуючих виробничих технологій. Зокрема, свого часу лазерна техніка, інформаційні технології, комп'ютери, спектрометри радіотелескопи відкрили можливість експериментального прориву у невідомі раніше явища природи. Відповідно виникли цілі галузі нанотехнологій, матеріалознавства, надміцних, надпровідних матеріалів. Проте нині наступив період граничної межі розвитку властивостей матеріальних об'єктів, швидкоплинних фізичних, хімічних і біологічних процесів.

Нині важко перерахувати всі області використання лазерів для дослідження різноманітних фізичних, хімічних та біологічних процесів.

Нетрадиційні методи промислової обробки матеріалів засновані на використанні енергії фотонного або електронного променю, плазмового й іонного потоку, електричного розряду, хімічної реакції, ультразвуку, вибуху для виготовлення деталей із заданою формою і властивостями [7].

Лазерна техніка застосовується в хірургії при операціях на сітківці ока, на серці як скальпель, на судинах, у терапії.

Лазерна локація Місяця променем рубінових лазерів і спеціальних кутових відбивачів, встановлених на Місяці забезпечили точність виміру відстані Земля-Місяць до декількох сантиметрів.

Лазерне опромінення стимулює хімічні реакції в живих організмах через можливість вибірково збуджувати одне із власних коливань молекули.

Інтенсивно розробляються оптичні методи обробки передачі й зберігання інформації.

Поширеним є метод голографічного запису інформації, кольорового проєкційного телебачення.

У фотохімії лазер забезпечує дослідження процесу фотосинтезу і ефективність використання енергії Сонця. Лазерні прилади є аналізаторами хімічного складу повітря.

Лазерний потік впродовж  $10^{-12}$  -  $10^{-18}$  с забезпечує очищення ізотопів урану і плутонію.

Побудова лазерів на вільних електронах, де пучки електронів рухаються в періодичному магнітному полі зі швидкістю близькою до швидкості світла, у напрямі руху електронів виникає випромінювання світла. Тоді має місце перебудова частоти хвилі за великої потужності. Синхротронним випромінювачем досліджують структуру твердого тіла, визначають відстань між атомами, вивчають будову молекул органічних сполук. Набули застосування лазерні системи управління противотанкових снарядів, боєприпасів з лазерною головкою самонаведення, визначення відстаней до цілі тощо.

Методи розшифрування складних структур на рівні структур молекул удосконалюються більше 100 років. Експериментальні методи ядерного магнітного резонансу, оптична спектроскопія, мас-спектроскопія, рентгеноструктурний аналіз, нейтронографія дозволяють досліджувати склад і структуру складних молекул органічних і неорганічних речовин [5], [7].

Метод ядерного магнітного резонансу (ЯМР) ґрунтується на взаємодії магнітного моменту атомних ядер із зовнішнім магнітним полем. Суть явища полягає в тому, що якщо опромінити магнітні ядра змінним зовнішнім магнітним полем енергією рівною різниці між дискретними енергетичними рівнями ядер, то вони будуть переходити на вищий рівень, поглинаючи енергію змінного поля.

У постійному магнітному полі обертаюче ядро матиме магнітний момент буде прецесіювати під деяким кутом до осі його обертання. Якщо на ядро подіяти ще й змінним полем, то прецесія збільшиться, ядро поглинає енергію опромінення. Такі взаємодії впливають на параметри резонансу і за спектральними лініями можна судити про властивості молекул: їх орієнтацію, просторову структуру у міжмолекулярних взаємодіях, хімічних обмінах, обертальній та трансляційній динаміці тощо. Цим і є цікавим ядерний резонанс. Він застосовується в хімії синтезу полімерів, в дослідженні структури сегментів ДНК, ЯМР томографії.

Оптична спектроскопія традиційно забезпечує аналіз спектрів випромінювання та поглинання речовини, які знаходяться в різних агрегатних станах. У такий спосіб фізичним методом якісно і кількісно вивчається склад речовин. Система з лазерного джерела випромінювання, персонального комп'ютера, оптичного спектрометра дозволяє досліджувати окрему молекулу або атом будь-якої речовини.

Спектроскопічний метод із застосуванням лазера здатний реєструвати забруднення повітря на відстані близько двох кілометрів.

Мас-спектроскопія – метод дослідження та аналізу речовини, який ґрунтується на іонізації атомів та молекул, що входять до складу проби, та реєстрації спектра мас іонів, які виникають. Іонізований газ прискорюється електричним полем. Маса частинок визначається за радіусом кривизни їх траєкторії і часом прольоту. Метод відрізняється високою чутливістю і застосовується для дослідження структури хімічних сполук, визначення ізотопного складу і будови молекул у різних областях. Зокрема, у виробництві інтегральних схем, металургії, нафтовій, фармацевтичній, атомній промисловості та ін.

Рентгеноструктурний аналіз – метод дослідження складних молекулярних структур неорганічних та органічних структур, заснований на дифракції рентгенівських променів.

Нейтронографія заснована на дифракції пучків нейтронів ядерних установок, володіє високою роздільною здатністю визначення відстаней між атомами.

На основі викладеного матеріалу можна зробити **висновок** про доцільність вивчення інтегрованих курсів природничих та технічних дисциплін проблем, що забезпечить мотивацію навчання, досягнення кращих результатів успішності, сприятиме перетворенню знань у безпосередню виробничу силу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. История философии: в 4 т. – М.: Наука, 1957. – Т. 1. – С. 362-372.
2. Козловська І.М. Метапредметна інтеграція як засіб формування змісту професійної освіти / І.М. Козловська // Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи. – Львів, 2009. – Ч. 2. – С. 71-74.
3. Корсак К. Інтегрований курс «Основи сучасного природознавства» як засіб формування синергетичного світобачення студентів / К. Корсак // Вища освіта України. – 2003. – № 2. – С. 94-99.
4. Рибак С.М. Міжпредметні зв'язки природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / С.М. Рибак. – Вінниця, 2006. – 19 с.
5. Садовий М.І. Становлення та розвиток фундаментальних ідей дискретності та неперервності у курсі фізики середньої школи / Садовий М.І. – Кіровоград: Прінт-Імідж, 2000. – 396 с.
6. Садовий М.І. Наукові школи в Україні: [наук.-метод. матеріали] / Садовий М.І. – Кіровоград: Прінт-Імідж, 2002. – 21 с.
7. Садовий М.І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики: [навч. посібн. для студ. пед. навч. закл. осв.] / М.І. Садовий, О.М. Трифонова. – Кіровоград: Вид-во ПП «Каліч О.Г.», 2007. – 138 с.
8. Садовий М.І. Формування сучасної наукової картини світу засобами системи наскрізних понять / М.І. Садовий, О.М. Трифонова, С.М. Стадніченко. // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2014. – Вип. 132. – С. 65-70. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

9. Степин В.С. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации / В.С. Степин, Л.Ф. Кузнецова. – М.: Высшая школа, 1994. – 274 с.

10. Трифонова О.М. Взаємоз'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Трифонова Олена Михайлівна. – Кіровоград, 2009. – Т. 1. – 216 с.; Т. 2 : Додатки. – 301 с.

11. Трифонова О.М. Концепція сучасної наукової картини світу у вищих навчальних закладах / О.М. Трифонова // Науковий часопис Національного пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. – Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – К., 2014. – Вип. 47. – С. 288-295.

12. Храмов Ю.А. История физики / Храмов Ю.А. – К.: Фенікс, 2006. – 1176 с.

13. Шукшунов В.Е. Интеграция гуманитарного, естественнонаучного и инженерного знания / В.Е. Шукшунов, М.В. Буланова-Топоркова, Г.В. Сучков. – Новочеркасск: Изд-во Новочеркасского политехи. ин-та, 2002. – 60 с.

14. <http://pismoref.ru/1733838138.html>

#### **Відомості про автора**

**Трифонова Олена Михайлівна** – доцент, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Наукові інтереси:* проблеми формування наукової картини світу на інтеграції науки і техніки.