

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М. П. Драгоманова

ФОРОСТЯНА Нінель Петрівна

УДК 53(091)(477) + 372.853(091)(477)

**ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ У ВИВЧЕННІ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ В СЕРЕДНІХ
ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання фізики

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Київ – 2002

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова, Міністерство освіти і науки України

Науковий керівник: доктор фізико-математичних наук, професор
Шендеровський Василь Андрійович,
Інститут фізики НАН України,
провідний науковий співробітник

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор
Сергєєв Олександр Васильович,
Запорізький державний університет,
завідувач кафедри фізики та методики її
викладання

кандидат педагогічних наук,
старший науковий співробітник
Костюкевич Дмитро Якович,
Інститут педагогіки АПН України,
старший науковий співробітник

Провідна організація: Тернопільський державний педагогічний університет
імені В.Гнатюка, кафедра фізики та методики її
викладання, Міністерство освіти і науки України,
м.Тернопіль

Захист відбудеться 5 лютого 2002 р. о 14⁰⁰ годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.03
в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова, 01601, м. Київ, вул.
Пирогова, 9

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотечі Національного
педагогічного університету імені М. П. Драгоманова,
01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9

Автореферат розісланий "19" грудня 2001 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради _____ Коршак С.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність і стратегія дослідження. Державна національна програма “Освіта” (Україна ХХІ століття) передбачає оновлення змісту шкільної фізичної освіти, гармонійного поєднання освіти з національною історією та культурою. У навчальну програму введено такі курси, як українознавство, народознавство, культурознавство та інші, тому вивчення історичних аспектів на уроках фізики в середній загальноосвітній і у вищій школах дозволяє створити більш ґрунтовну картину історії українського народу, активізувати розумову і пізнавальну діяльність на основі ідеалу вченого.

Кожна країна, розвиваючи науку, утворює відповідний науковий простір – відносно замкнену систему функціонування науки як частини культури. Наука в Україні розвивається як поєднання національно-гуманітарних і фундаментальних, перш за все пріоритетних, наукових досліджень, причому в залежності від наявної суспільно-політичної і державної ситуації.

На сьогодні вже відомо ряд наукових робіт, присвячених розвитку окремих галузей науки і освіти в Україні, але недостатньо уваги, на нашу думку, було приділено проблемам різних напрямків молекулярної фізики, особливо у 2-ій половині ХІХ – на початку ХХ століть, коли ця наука переживала бурхливий розвиток. Найяскравішим представником цього періоду є школа фізиків Київського університету Святого Володимира, яку організував і очолив М. Авенаріус. Ця школа залишила значний слід не лише в Україні, а й у світовій науці.

Не з’ясована остаточно роль у розвитку фізичної науки Харківського університету, одного з найстаріших в Україні, де тривалий час працювали учені, які внесли важливий доробок у розвиток молекулярної фізики — М.Бекетов, П.Хрущов, Д.Коновалов та багато інших.

Відомо, що в Одеському (Новоросійському) університеті протягом 22 років працював М. Умов, який залишив після себе наукову спадщину практично в усіх галузях науки.

Вагомий внесок у теорію броунівського руху зробив польський фізик М. Смолуховський, працюючи викладачем Львівського університету.

На жаль, неповно все ж висвітлена роль М.Остроградського, Г.Роговського, Ф. Шведова, М. Пирогова, О. Шимкова, П. Павлова, І. Пулюя та багатьох інших вчених у розвитку молекулярної фізики, їх науково-педагогічна діяльність

Науково-методичні роботи того часу відзначаються багатством позитивних думок та ідей, які є і будуть надбанням наших українських учених. Вони не втратили цінності й сьогодні, а тому заслуговують на глибоке і системне дослідження. Наприклад, ще й досі не втратив своєї цінності підручник Ф.Шведова “Методика фізики” 1894 року (який був єдиним виданням такого типу у Європі).

Але у науковій та освітянській літературі дуже мало інформації, яка б узагальнювала і систематизувала багаторічну працю видатних педагогів минулого, або ґрунтовно розглядала зародження, становлення і розвиток молекулярної фізики, особливо 2-ої половини ХІХ – на початку ХХ ст., із подальшим використанням у середніх загальноосвітніх школах.

Як встановлено нами, однією з основних причин такого стану в історії фізики є те, що вона не є об’єктом фундаментальних наукових досліджень.

На сьогодні існують роботи В. Андріанова, М. Жмудського, О. Гольдмана, М. Розенберга, Д. Святського, М. Шульги, Ю. Храмова, О. Янковського, Г. Кордуна, В. Мацюка, О. Сергєєва, І. Немченка, Р. Гайди, В. Шендеровського, В.Козирського та інших, але всі вони охоплюють великий період – від античності до сучасності. Вчитель у школі дає ази класичної фізики, і в більшості випадків їх потрібно було б підтвердити класичними експериментами визначних фізиків-педагогів, цікавими епізодами з життя і творчості того чи іншого вченого-фізика, а інколи й ґрунтовно розібрати певну наукову працю. Викладачі вищих навчальних закладів, читаючи той чи інший розділ фізики, звертають увагу студентів на означення та формули, які переважно носять назви своїх винахідників, і не завадило б у такому разі згадати про них, їх роботу та інші досягнення, можливо, і відтворити згаданий експеримент у демонстрації. Але все це можна здійснити тільки

тоді, коли у вчителя, викладача, учня чи студента існуватиме відповідна література. Саме на це робили акцент респонденти при анкетуванні.

Тому актуально постала проблема дослідження зародження, розвитку та становлення молекулярної фізики 2-ої половини XIX – на початку XX ст. в Україні у контексті світової науки. Створена цілісна картина розвитку молекулярної фізики дозволить розглянути методичні надбання та рекомендації тогочасних фізиків – Г. Де-Метца, М. Умова, Ф. Шведова та інших з можливим їх використанням сьогодні. Щоправда, такі спроби були у Є. Савелової при розгляді питань історії фізики і техніки; у М. Ярошевського та Л. Зоріної при спробі введення історії науки до шкільного курсу; у О.Зорьки при включенні елементів історизму в сучасний урок; у М. Головка при вивченні фізики та астрономії; у І. Волошиної при вивченні квантової фізики; у О. Сергєєва, В. Мацюка, О. Школи та ряду інших.

Таким станом речей у науково-педагогічних пошуках зумовлений вибір теми дисертаційного дослідження “**Історичні аспекти у вивченні молекулярної фізики в середніх загальноосвітніх навчальних закладах України**”, яка виконана на кафедрі загальної фізики НПУ імені М.П. Драгоманова, затверджена на засіданні Вченої ради НПУ (протокол № 8 від 14.02.2001 р.), узгоджена в Раді з координації наукових досліджень в Україні в галузі педагогіки і психології (протокол № 2 від 20.02.2001 р.).

Об’єкт дослідження – історія молекулярної фізики 2-ої половини XIX – на початку XX ст. в середній загальноосвітній школі як наукова дисципліна.

Предмет дослідження – історія зародження становлення і розвиток молекулярної фізики 2-ої половини XIX – на початку XX ст. в Україні з використанням її як цілісної системи у процесі навчання фізики в середніх і вищих навчальних закладах України.

Мета дослідження – історико-методичний аналіз виникнення і розвитку фізичної науки у галузі молекулярної фізики в Україні у 2-ій половині XIX – на початку XX століть з метою вивчення і з’ясування її значення на сучасному етапі розвитку науки.

Виявити тенденції з упровадження в навчально-методичний та науковий процес нових маловідомих фактів, пов’язаних з діяльністю учених - фізиків як в Україні, так і за її межами, відновити ряд пріоритетів, зробити уточнення та узагальнення.

Методологічні основи дослідження ґрунтуються на основних положеннях методології наукового пізнання: діалектика взаємозв’язку загальних і спеціальних закономірностей пізнання, соціально історичної детермінації розвитку наукового пізнання, системно-комплексного підходу до аналізу історії науки з урахуванням логіки її внутрішнього розвитку; методологічні принципи: історизму, об’єктивності, розвитку, єдності логічного та історичного у дослідженні методичних явищ, співвідношення історії і сучасності; використання синтезу у структурно-функціональному та історико-генетичному підходах.

Концепція дослідження. Досягнення науки поповнюють світову скарбницю культури. Тому історія науки є органічною частиною духовної культури людства.

Складовою частиною історії світової науки є історія розвитку науки в окремих країнах.

Становлення державної незалежності України зумовило зацікавленість історією культури, науки і техніки, зокрема історією розвитку фізики, а вміння донести до мас надбання історії фізики є одним з головних завдань методики навчання фізики.

Саме елементи історизму при вивченні фізики є ефективним засобом розв’язання освітніх та виховних проблем у процесі навчання.

Застосування елементів історизму дозволяє розкрити роль фізики у формуванні цілісної фізичної картини світу, розглядати її через призму історії цивілізації.

Ознайомлення учнів з життям, творчістю та відкриттями видатних учених несе в собі великий психолого-педагогічний вплив, що дозволяє реалізувати принцип патріотичного виховання учнів, вироблення так званого “ідеалу вченого”. Таким чином, через історичний підхід до “ідеалу вченого” активізується пізнавальна діяльність учнів. У свою чергу це призведе до вироблення нових методів і підходів при вивченні фізики, як у вищій, так і середній школах.

Завдання дослідження. Згідно предмету, мети і концепції дослідження були визначені такі завдання:

1. Дослідити процеси створення і розвитку в Україні науково методичних та дослідницьких центрів у галузі теоретичної і експериментальної молекулярної фізики у 2-ій половині XIX – на початку XX ст.;

2. розкрити творчість окремих українських фізиків та з'ясувати їх творчі зв'язки з іншими вченими (як вітчизняними, так і зарубіжними);

3. проаналізувати науковий рівень робіт з молекулярної фізики українських та іноземних вчених у зазначений період, встановити значення їх доробку для сучасного розвитку науки та освіти;

4. з'ясувати значущість результатів досліджень українських учених у світовій науковій спадщині;

5. визначити місце інформації з історії молекулярної фізики 2-ої половини XIX – на початку XX ст. в курсі фізики середньої загальноосвітньої школи на основі аналізу історії розвитку фізики в Україні;

6. розкрити та проаналізувати вплив елементів історизму на навчально-виховний процес в середній загальноосвітній та вищій школах України;

7. перевірити педагогічним експериментом ефективність і результативність запропонованих науково-методичних розробок в умовах реального навчально-виховного процесу.

Методи дослідження визначаються характером і завданням історико- методичного дослідження:

- теоретичний аналіз проблеми проведено на основі вивчення філософської, методологічної, психолого-педагогічної, методичної, історико-методичної літератури, пов'язаної з темою та концепцією дисертаційного дослідження;

- історико-критичним підходом вивчити і систематизувати фактичний матеріал з використанням першоджерел наукових праць;

- у часовому аспекті розглядати становлення і розвиток молекулярної фізики;

- експериментально-статистичним методом перевірити ефективність запропонованих методичних розробок.

Наукова новизна. Вперше проведено систематизоване детальне історично-наукове дослідження становлення молекулярної фізики в Україні у другій половині XIX –на початку XX століть як цілісного явища, що є невід'ємною частиною сучасної фізики. Процес дослідження не обмежувався лише переліком результатів, вони розглядалися як складова частина природознавства, що гармонічно поєднується з ходом розвитку світової науки. У роботі вперше подано короткі історичні огляди певних напрямків та проблем молекулярної фізики, до розгляду яких природно віднесені досягнення українських, російських та іноземних учених.

Узагальнено великий обсяг літературного й архівного матеріалу (зокрема й досі неопублікованого), аналіз творчої спадщини учених 2-ої половини XIX – на початку XX століть, які досліджували різні питання, зокрема, молекулярної фізики. Вперше вдалося показати взаємодію та творчі контакти учених різних національностей у досягненні наукової істини.

Розроблені науково-обґрунтовані методичні рекомендації, які спрямовані на: підвищення ефективності навчально-виховного процесу в школі; можливість використання елементів історизму у вирішенні педагогічних завдань.

Теоретичне значення дослідження полягає в обґрунтуванні основних шляхів та засобів змісту шкільної фізичної освіти за допомогою використання історичних аспектів у вивченні молекулярної фізики в середніх загальноосвітніх навчальних закладах України.

До останнього часу дослідження з історії молекулярної фізики використовувались розділено з окремих її питань і між ними рідко з'ясовувались суттєві та необхідні зв'язки. Тому у роботі вперше проаналізовано і систематизовано місткий матеріал з молекулярної фізики, накопичений в архівах і бібліотеках на протязі значного відрізка часу. Розкрита історична зумовленість розвитку відкриттів та методики навчання фізики.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що отримані результати і висновки сприятимуть не лише вивченню молекулярної фізики як окремого розділу фізики, а й передбачатиме:

- підвищення ефективності науково-методичних досліджень, спрямованих на розробку актуальних проблем удосконалення процесу навчання в сучасній диференційованій середній та вищій педагогічній школі;
- докладний опис генезису та еволюції досліджень з молекулярної фізики у контексті розвитку світової науки;
- покращення викладення молекулярної фізики з використанням історичних аспектів;
- підвищення професійного рівня вчителя фізики, студентів фізико-математичних факультетів вищої педагогічної школи;
- використання фактичного матеріалу науковцями, дослідниками історії фізики, викладачами українознавства, народознавства, філософії, методології науки;
- відновлення ряду пріоритетів, що дає можливість більш повно уявити утвердження нових фізичних ідей та розвиток окремих напрямків фізики, детального висвітлення історії національної науки України.

Вірогідність і обґрунтованість результатів дослідження підтверджується об'єктивним і всебічним аналізом першоджерел, періодичних видань та архівних матеріалів; визначається теоретичною і логіко-методологічною базою дослідження, а також відповідністю концепції дослідження сучасним тенденціям розвитку методичної думки; застосування системно-структурного підходу, який виконує функцію з'єднуючого ланцюга між діалектичною філософією і методичною наукою та засобами наукового дослідження; обговорення отриманих результатів з науковцями; видання праць автора з теми дослідження.

Особистий внесок автора дисертації :

1. Вперше застосований аналіз розвитку молекулярної фізики 2-ої половини XIX ст. – на початку XX ст. з подальшим використанням у навчанні фізики в сучасній середній школі.
2. Встановлено вплив матеріалів з історії молекулярної фізики на навчально-виховний процес.
3. Обґрунтовано критерії відбору та вимоги до методики використання таких матеріалів на уроках фізики.
4. Проаналізовано і дано історичну оцінку стану методики навчання молекулярної фізики у середній загальноосвітній школі.
5. Розроблено науково-методичні підходи використання матеріалів з історії фізики під час вивчення молекулярної фізики

На захист виносяться такі положення:

- принцип історизму в методиці навчання молекулярної фізики у середній загальноосвітній школі України;
- зародження, становлення і розвитку молекулярної фізики як наукової галузі знань;
- перспективи, основні напрямки і тенденції розвитку методики викладення історичних аспектів фізики як складового компонента сучасної методології.

Апробація. Результати дисертаційного дослідження обговорювались та отримали схвалення на кафедрі методики викладання фізики та на кафедрі загальної фізики НПУ імені М.П.Драгоманова. Основні положення дослідження обговорювались на конференціях:

“Історичні аспекти розвитку фізичної науки в Україні”, присвяченій 90-й річниці заснування зразкового фізичного кабінету, Київ, 1996 р.;

Друга Всеукраїнська конференція викладачів фізики педагогічних інститутів та університетів, Київ, 1996 р.;

Третя Всеукраїнська наукова конференція “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики”, Київ, 1998 р.;

Міжнародна школа-конференція з актуальних питань фізики напівпровідників (Дрогобич, 23–30 червня 1999 р.);

XIV International school-seminar “Spectroscopy of Molecules and Crystals” (Odesa, June 7–12, 1999);

П'ята Всеукраїнська наукова конференція “Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики” (Київ, 6–7 червня 2000 р.);

Міжнародна конференція, присвячена 2000-річчю з дня народження М.Остроградського (26 – 27.09.2001 р., Полтава).

Результати роботи також доповідались і обговорювались на наукових семінарах кафедр загальної фізики та методики викладання фізики Національного педагогічного університету імені М. Драгоманова (1996-2001рр.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи відображені у 12 публікаціях, серед яких 7 статей (4 – у фахових наукових виданнях), а також 5 тез конференцій. Список публікацій наведено в кінці автореферату.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, списку використаної літератури та додатків. Роботу викладено на 220 сторінках машинописного тексту, з яких 5 рисунків, 6 таблиць, 203 джерел та 32 сторінок додатків.

Дисертант висловлює щиру подяку кандидату фізико-математичних наук А.В. Касперському, доценту кафедри загальної фізики НПУ імені М.П.Драгоманова, за подану науково-методичну допомогу при написанні дисертаційної роботи.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **Вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано її мету, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

Перший розділ розкриває умови формування молекулярної фізики з другої половини XVIII століття до початку XX століття.

В окремих параграфах розділу хронологічно з'ясовується зміст учення про атом як основи молекулярної фізики. Значну увагу приділено огляду робіт М.Пирогова, Я.Барзиловського, М.Умова, Б. Чичеріна та інших учених. Вони своєю працею, експериментами та публічними виступами відстоювали теорію будови атома як об'єктивної складової речовини, що стало переконливим лише на початку XX століття, коли було остаточно з'ясовано причину і наслідки явища радіоактивності. (Першим українським ученим, який розпочав вивчення радіоактивності, був професор Новоросійського університету М. Пильчиков (1903), а природу і застосування X-променів пояснив І. Пулюй).

У цьому ж розділі викладені основні положення теорії теплоти і кінетичної теорії газів. Дається детальний аналіз публікацій, виступів та експериментів, присвячених теоретичному та експериментальному дослідженню питань молекулярної фізики.

Належне місце відведено аналізу робіт Г. Ріхмана, Л. Ейлера, М. Ломоносова, практичному застосуванню теорії теплоти у роботах І. Пол-зунова, С. Карно. Їхня праця була важливою віхою в розвитку основ теплотехніки, стала вихідним пунктом для встановлення другого начала термодинаміки. Після узагальнень Д. Менделєєва, наукових розвідок П. Клапейрона, експериментів Д. Дальтона, Ж. Гей-Люсака, Ж. Шарля, А. Авогадро, П. Лапласа та інших у 40-х роках XIX століття було зроблено цілий ряд фундаментальних відкриттів, у тому числі й кінетичної теорії. Ця теорія змогла пояснити не лише характерні властивості газів, а й основні закони молекулярної фізики.

Крім вищезазначеного, у розділі з'ясовуються також аспекти розвитку молекулярної фізики другої половини XIX ст. – на початку XX ст.

Перемога вчення про атомарну будову речовини принесла з собою утвердження механічної теорії теплоти і кінетичної теорії (теорії руху матерії). Ці теорії у кількісному відношенні були використані Р. Клаузіусом, а в подальшому істотно розроблені Дж. Максвеллом і Г. Гельмгольцем. Все ж найбільших успіхів у вивченні цього питання досяг Л. Больцман. Саме друга половина XIX — початок XX століть була періодом великих відкриттів у кінетичній теорії газів, що зумовило створення статистичної фізики. Головним досягненням цієї теорії є молекулярно-кінетичне тлумачення другого начала термодинаміки, встановлення статистичного змісту ентропії, розвіювання страхів “теплової смерті Всесвіту”.

Дослідження цього питання показало, що неоціненне значення для розвитку молекулярної фізики мали роботи Л. Больцмана, Дж. Максвелла, А.Ейнштейна, М.Смолуховського. Ці ідеї знайшли використання і розвиток у працях Дж. Гіббса. Саме роботи Гіббса розділили всю історію статистичної механіки на два періоди: період першої появи статистичної ідеї у термодинамічних роботах (роботи К. Креніга і Р. Клаузіуса до створення статистичної механіки у вигляді завершеної теорії, що містить основні принципи і програму подальших досліджень) та період росту і розвитку цієї теорії, яка на сьогодні перейшла в окремих розділ науки – фізику критичних станів.

Ще одним напрямком розвитку молекулярної фізики у другій половині XIX ст. є дослідження реальних газів. Важливе значення тут мала класична праця Ван-дер-Ваальса. У Росії першими, хто розпочав аналіз рівняння стану реальних газів, були О. Столетов, П.Зілов, Д.Гольдгаммер, а в Україні – М.Пирогов, М. Шіллер, М. Авенаріус і його учні.

Саме середина XIX століття була переломним періодом для становлення і розвитку фізики критичних станів, а вже на початку XX століття (після виходу в світ другої частини роботи Ван-дер-Ваальса “Неперервність”) ця теорія набуває великої популярності і стала основою фундаментальних досліджень Е.Бірона, Р. Ходдамана та інших вчених.

Оскільки молекулярна фізика вивчає і описує речовину у трьох агрегатних станах, то доцільним є розгляд учення про кристали, опис яких ми знаходимо у роботах М. Ломоносова і М. Стенона, які намагалися узагальнити всі знання про кристали і записати у вигляді законів. Прикладом може бути закон сталості кутів, який пізніше розробив, обґрунтував і перевіряв експериментально Є. Федоров.

Найбільші досягнення XVIII ст. у кристалографії належать Т. Ловіцу, першому вченому, який проводив експерименти з штучного створення кристалів, досягши значних успіхів. Саме він запропонував першу класифікацію кристалів; спостерігав і намагався описати концентраційні потоки під час кристалізації, відкрив метод очищення розчинів; одержав низькі температури.

За оригінальне вирішення проблеми точного визначення кутів у кристалах отримує подвійну нагороду на початку XIX ст. А.Купфер. З його дослідженнями тісно пов'язані роботи М.Кокшарова, П.Єфремова і Є.Федорова.

Значну роль у розробці вчення про кристали відіграв Д.Менделєєв, який на відміну від своїх попередників запропонував класифікацію кристалів на основі їх внутрішньої будови.

Оригінальне вирішення проблеми класифікації кристалів на практиці запропонував Є.Федоров, який розробив унікальний метод визначення внутрішньої будови кристалів за їх зовнішньою будовою. Цей метод отримав назву “метод Федорова”.

Історія науки, на думку В.Вернадського, повинна критично розроблятися кожним науковим поколінням і не лише тому, що змінюється накопичування знань про минуле, знаходяться нові документи чи відкриваються нові способи відтворення минулого. Кожне покоління дослідників шукає і знаходить в історії науки відображення нових течій свого часу. Наука, розвиваючись, не лише створює нове, але неминуче переоцінює здобутки, а результати досліджень вільні від будь-яких політичних поглядів минувшини...

Саме тому у **другому розділі** показано розвиток молекулярної фізики в Україні 2-ої половини XIX ст. – на початку XX ст., зокрема, становлення кафедри фізики Київського університету Святого Володимира, розкрито роль і значення Київської наукової школи фізиків та її експериментальних досліджень для світової науки.

Вивчаючи наукову спадщину кінця XIX століття, з'ясували, що проблема дослідження критичного стану речовини була головною у науковому світі. Під керівництвом М.Авенаріуса Київською науковою школою фізиків уперше було виконано пряме дослідження критичних температур. У цій школі проявили себе і утвердилися як учені К.Зайончевський, О. Наєждін, О.Страус.

Після смерті М.Авенаріуса кафедру фізики очолив М.Шіллер, який кардинально змінив напрямок досліджень. Шіллер, на відміну від Авенаріуса, займався розробкою теоретичних питань молекулярної фізики. Багато цінних розробок виконано ним у галузі термодинаміки, а саме

другого начала термодинаміки. Закон Томсона-Шіллера має велике значення не тільки для рідкого стану речовини, а й успішно застосовується для твердих тіл.

Важливі дослідження у галузі кінетичної теорії газів і статистичної природи другого начала термодинаміки виконав також професор університету Святого Володимира М. Пирогов.

Цей період можна вважати часом зародження кафедри теоретичної фізики при Київському університеті.

У роботах Пирогова вчення Клаузіуса, Максвелла, Больцмана з молекулярно-кінетичної теорії будови речовини повною мірою розкрили природу будови атома. Праці Пирогова з кінетичної теорії матерії насичені такими ідеями, що не втратили своєї цінності і сьогодні. Саме цю значущість ідей М.Пирогова відзначав Л. Больцман.

Статистичні дослідження М.Пирогова були продовжені у Львівському університеті М.Смолуховським. Основні наукові роботи Смолуховського висвітлюють питання з молекулярної фізики, термодинаміки, статистичної механіки, а особливо кінетичної теорії газів і рідин та теорії броунівського руху. Досліджений Смолуховським броунівський рух підтвердив істинність статистичних досліджень Л.Больцмана, А.Ейнштейна. Виходячи з кінетичного закону розподілу енергії, Смолуховський, незалежно від інших учених, розробив теорію броунівського руху, яка довела справедливості кінетичної теорії теплоти і сприяла її становленню. Крім цього М. Смолуховський встановив закон флуктуацій рівноважних станів молекулярної системи для пояснення другого начала термодинаміки. Ця теорія дозволила визначити час, через який настає аномальний стан системи, а самі дослідження були серйозним кроком до вирішення проблеми “теплової смерті Всесвіту”.

Важливе місце у розвитку молекулярної фізики займав Одеський (Новоросійський) університет. У ньому розпочав свою діяльність П.Павлов, теоретично і експериментально вивчаючи зв'язки між термодинамічними властивостями дисперсійних систем і ступенем їх дисперсійності. Ним була вперше встановлена залежність температури топлення від поверхневої енергії твердого тіла, вивчені термодинамічні потенціали хімічних елементів та їх сполук, рівновага між кристалічною і рідинною фазами, сформульовано загальне правило фаз конденсованих систем, досліджувались адсорбція і поверхневий натяг на межі розділу двох фаз.

Знанням у світі професором цього університету був також Ф. Шведов. Ним були закладені основи вчення про реологічні властивості дисперсних систем та високомолекулярних сполук. Виходячи з експериментальних даних, учений теоретично вивів класичне рівняння стаціонарного в'язко-пластичного плинину речовини.

Саме Ф.Шведов звернув увагу на ще молодого тоді вченого М.Умова. Ознайомившись з його дисертацією, учений “...переконався, що факультет в особі Умова може придбати не лише викладача, який зможе передавати здобуті іншими результати, але і спеціаліста, здатного рухати науку вперед...”.

Можна сміливо стверджувати, що М.Умов був одним з найвидатніших фізиків-теоретиків широкого діапазону. Вже у першій своїй роботі “Закони коливань в необмеженому середовищі сталої потужності” зробив такі висновки, які й досі мають вплив на розвиток науки не лише своїми ідеями, а й розробленими методами. Праця ж “Теорія термодинамічних явищ у твердих пружних тілах” мала ряд рівнянь, які сьогодні використовуються в тому ж вигляді, що й більше 100 років тому.

У магістерській роботі М. Умов вперше об'єднав теорію пружності з термодинамікою і теорією теплопровідності. Він також уперше ввів поняття теплових сил або напруг, знайшов зв'язок між теплоємністю при сталих об'ємах і тисках. Докторська дисертація Умова “Рівняння руху енергії у тілах” стала першим в історії науки всебічним дослідженням питання про рух і поширення енергії, в якому з'ясувалися закони збереження енергії і подавались диференціальні рівняння руху енергії у середовищі. Ця робота мала велике значення для становлення сучасної статистичної термодинаміки нерівноважних станів і необоротних процесів.

Таким чином, чітко простежується висновок, що наприкінці XIX ст. в університетах України широкого розвитку набуває теоретична фізика, яка вивчає різні питання, зокрема і питання молекулярної фізики.

На зламі століть у молекулярній фізиці проводяться експериментальні дослідження дифузії речовини. Зокрема, цим питанням займався М. Умов (80-і роки) і отримав більш точний закон для знаходження дифузійного потоку.

Дифузію речовини через пористі перегородки вивчав також І. Пуллой, учений з широкими науковими поглядами. Він не лише дослідив дифузію, а й з'ясував умови і закони тертя газів. У той час з'являються його знамениті праці “Про тертя газів, які утворюються із пари”, “Про виявлення явищ у повітряно-порожній лампі”, “Про коефіцієнт тертя повітря як функції температури”, “Про дифузію пари крізь глиняні комірки”, “Про внутрішнє тертя суміші вуглекислоти та водню” та інші.

І. Пуллой прийшов до висновку, що не для всіх газів тертя змінюється з температурою однаково, що коефіцієнт тертя простих газів пропорційний абсолютній температурі приблизно зі степенем $3/4$, а для складних газів – зі степенем, близьким до 1.

Дослідження І. Пуллой добре узгоджуються з експериментальними дослідженнями Ф. Обермаєра.

У дослідженнях, пов'язаних з виявленням механічного еквіваленту теплоти Пуллой врахував закон Ньютона для охолодження рідин, а при фіксуванні великої температурної різниці використовував диференціальні рівняння, що враховували рівняння Дюлонга-Пті. На сконструйованому приладі він отримав результати механічного еквіваленту теплоти, які відповідали експериментальним значенням Джоуля. Експеримент був перевірений Г. Де-Метцом, отримані результати теж добре узгоджувалися з результатами попередніх дослідників.

Науково-популярна праця Пуллой “Непропаща сила” методично дохідливо пояснила нагрівання тіл внаслідок виконання роботи, виконання роботи при зміні енергії та закон збереження і перетворення енергії у рамках кінетичної теорії газів. Учений переконливо і чітко виклав основи термодинаміки, роз'яснив взаємодію газових молекул на основі взаємопроникності ефірних (етерних) молекулярних сфер, броунівський рух молекул і всі розглянуті закони переніс на Всесвіт. У полі його наукових інтересів знаходилися також фізичні і технічні питання роботи теплових двигунів, що використовують різні типи енергії. Результати досліджень перегукується з роботами С. Карно.

У цьому ж розділі достатньо уваги було приділено роботам Ю. Вульфа з кристалографії.

Отже, проаналізувавши розвиток молекулярної фізики від 2-ої половини XVIII до початку XX століття, можна зробити висновок, що в історії розвитку науки простежується тісний взаємозв'язок між теоретичними та експериментальними дослідженнями.

У третьому розділі “Методи вивчення молекулярної фізики (з використанням елементів історизму)” розкрито і сформульовано принципи відбору елементів історизму для їх подальшого використання на уроках фізики. При відборі матеріалів необхідно дотримуватись того, щоб усі історичні матеріали не суперечили сучасним дидактичним принципам; не перевантажували програмний матеріал, а лаконічно і точно підкреслювали головні віхи розвитку фізичної науки; допомагали підвищувати зацікавленість до вивченого матеріалу; формувати цілісну гармонічну картину світу; виховувати патріотизм і національну гідність, загалом цілісну особистість. Крім того, підібраний історичний матеріал не повинен порушувати принципу пріоритетності, а має відображати принцип паралельності відкриттів у контексті світової науки.

У розділі розкрито психолого-педагогічні основи вивчення фізики з використанням історичного матеріалу.

Перед дослідниками кожного разу постають одні й ті ж запитання: чи потрібна учням історія фізики, чи потрібний їм образ Науки як ідеалу творчості? На ці та подібні питання намагались дати відповідь відомі методисти П. Знаменський, Б. Комісаров, Г. Мягкова, В. Розумовський, І. Соколов, Л. Цветков, С. Шаповаленко та інші; навчально-виховні можливості науки підкреслювали відомі дидакти Б. Єсіпов, І. Лернер, Е. Монозон, М. Скаткін та історики науки П. Кудрявцев, Б. Спаський, К. Тімірязев та інші. Вивченню історії науки присвятили свої дослідження З. Голікова, Г. Голін, Л. Єфремов, В. Лебедев, Є. Савелова, І. Шилов, О. Сергєєв, А. Литвиненко, О. Зорька, М. Головка, І. Волошина, та інші.

Дослідниками було встановлено, що використання історико-наукового матеріалу необхідне, бо саме так досягається формування діалектико-матеріалістичного світогляду, наукового та творчого мислення учнів, емоційно-мотиваційної сфери школяра.

Саме історія науки за своєю сутністю, внутрішнім змістом є тією провідною ланкою, через яку здійснюється зв'язок природничого і гуманітарного циклів навчальних предметів.

Проблемне навчання, побудоване на історико-науковому матеріалі, характеризується такими особливостями: показує ряд проблем і методів їх вирішення; дає знання проблемних ситуацій і досвід їх вирішення, який може бути для учнів джерелом своїх поглядів; розкриває перед учнями необхідні якості творчої особистості; володіє сильним емоційним впливом на учнів, завдяки чому підвищує ефективність навчання; формує позитивне відношення до творчості.

Знайомлячи учнів з творчістю вчених-фізиків необхідно пам'ятати, що ми поступово створюємо в учнів узагальнюючий портрет внутрішнього вигляду вченого. Цей портрет можна створювати за такою схемою:

- 1) науковий світогляд, філософські погляди;
- 2) творчий метод і риси наукового стилю мислення;
- 3) відношення до науки;
- 4) відношення до загально-політичних проблем і подій;
- 5) риси характеру, етичні переконання, моральний обрис.

Таким чином, у третьому розділі обгрунтовано можливість використання історичного матеріалу при вивченні молекулярної фізики.

Ефективність розроблених методичних рекомендацій перевірялися шляхом проведення експерименту. Дослідження проводилися впродовж 1995-2000 років і складалося з чотирьох етапів.

Перший етап (1995-1996 рр.): проведено аналіз науково-методичної літератури, архівних документів, першоджерел. Зроблено висновок про те, що найменш дослідженим і не систематизованим є 2-а половина XIX століття – на початку XX ст., дослідження якого і були покладені в основу дисертації.

На другому етапі (1996 – 1997 рр.) проведено вивчення досвіду вчителів фізики. Здійснено констатуючий експеримент, за результатами якого з'ясувалось, що учні середніх загальноосвітніх шкіл мають низький рівень знань з історії молекулярної фізики, а відповідно не можна прослідкувати вплив історичного матеріалу на навчально-виховний процес.

У цей період розпочалася робота з систематизації історичного матеріалу з молекулярної фізики та пошук засобів удосконалення методики використання елементів історизму в шкільному курсі з розробкою необхідних методичних рекомендацій.

На третьому етапі (1997 – 1999 рр.) відповідно до розроблених методичних рекомендацій проводився навчальний експеримент з використанням історичних матеріалів, спрямований на підвищення рівня знань і умінь учнів.

Було завершено дослідження розвитку і становлення молекулярної фізики. Розроблено та впроваджено в практику програму факультативу “Вивчення історичних аспектів розвитку молекулярної фізики методом класичних експериментів” для учнів середніх загальноосвітніх шкіл.

На четвертому етапі (1999-2000 р.) оброблялись результати навчального експерименту, проводився їх аналіз. За допомогою статистичного методу порівнювалися розподіли учнів контрольних та експериментальних груп за рівнями знань з історії молекулярної фізики, пізнавального інтересу та емоційного сприйняття.

Результати експериментального навчання підтвердили концепцію дослідження про те, що ефективно використання історичного матеріалу з дотриманням сучасних дидактичних вимог є дійсно оновлюючим чинником змісту шкільної фізичної освіти за умови науково-методичного забезпечення вчителів фізики.

У додатках дисертації подано хронологічну таблицю визначних подій у молекулярній та статистичній фізиці, бібліографічний довідник про маловідомих українських фізиків, програму

факультативу “Вивчення історичних аспектів розвитку молекулярної фізики методом класичних експериментів”.

Результати проведеного теоретичного та експериментального дослідження дають можливість зробити наступні **загальні висновки**:

1. Розвиток науки у XIX ст. тісно пов'язаний з появою університетів, що були засновані на території України як форпости російської науки. Цим було закладено умови для формування професійної і організованої системи досліджень. Університети і численні наукові товариства стали осередками розвитку науки і культури.

2. У розвитку фізики кінця XIX ст. — на початку XX ст. значну роль відіграли київські учені й створена М.Авенаріусом наукова школа фізиків при Київському університеті Святого Володимира. Ця школа своїми експериментами збагатила світову науку зокрема точними величинами критичних температур речовин.

3. Аналіз наукової діяльності професорів вищих навчальних закладів України показує, що вони провадили дослідження, рівень яких відповідав досягненням світової науки того часу.

4. У результаті аналізу наукових досліджень з молекулярної фізики встановлено еволюцію розвитку науки в Україні.

5. Проаналізовано філософські та методичні джерела з історії фізики та методики навчання дали можливість встановити, що реалізація принципу історизму в шкільному курсі фізики є необхідним компонентом навчально-виховного процесу і сприяє розв'язанню важливих теоретичних та практичних проблем, що є підґрунтям розвитку науково-технічного прогресу.

6. Упровадження розробленої методичної системи з використанням історичних матеріалів позитивно впливає на навчально-виховний процес, сприяє формуванню наукового світогляду, цілісної картини світу, підвищує пізнавальний інтерес до предмету.

7. Запровадження факультативу “Вивчення історичних аспектів розвитку молекулярної фізики методом класичних експериментів” у середній загальноосвітній школі №31 м. Києва стало ефективним і результативним засобом виховання національної гордості, патріотизму.

8. Виконані в дисертаційній роботі дослідження є суттєвим доповненням курсу шкільної і загальної фізики.

Основний зміст дисертації відображено у таких публікаціях:

1. А. Лень, Н. Форостяна, М. Шут, В. Шендеровський. 100 років з електроном. // Фізика та астрономія в школі. № 3, 1997, С. 41 – 45.

2. Форостяна Н. П., Касперський А. В. Зародження і формування уявлень з фізики та термодинаміки в Україні. // “Оновлення змісту, форм та методів навчання фізики”. Наукові записки Рівненського педінституту. Рівне, вип.2. 1997, С. 105 – 106.

3. Форостяна Н. П. До 125-річчя Київської школи фізиків, заснованої при Київському університеті Св. Володимира // “Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін”. Збірник науково-методичних праць Рівненського державного гуманітарного університету. Рівне, вип.1. 1999, С.109 – 111.

4. Н. П. Форостяна. Передісторія відкриття X- променів. /УРЖ. Харків. №2. Т. VII. Вип. 2. – 1999.- С. 200-201.

5. Н. П. Форостяна, В. А. Шендеровський. Історичні аспекти розвитку вчення про атоми як основи молекулярної фізики. // Науковий вісник Чернігівського університету. – Вип. 86. Фізика. Електроніка. 2000. С. 110-112.

6. Н. П. Форостяна. Зв'язок швидкості росту кристалів з поверхневою енергією твердого тіла (огляд робіт Ю. Вульфа). // Науковий вісник Чернігівського університету. Вип. 102. Фізика. Електроніка. 2001. С.110-112.

7. Н.П.Форостяна. Психолого-педагогічні основи активізації діяльності учнів на заняттях факультативу “ Вивчення історичних аспектів розвитку молекулярної фізики” // Наукові записки НПУ імені М.П.Драгоманова. Випуск XLIII (педагогічні та історичні науки) – 2001, С.187-192

8. Н. Форостяна, М. Шут, В. Шендеровський. Кристалографія в шкільному курсі, або теорія і методика вирощування кристалів із водних розчинів (за підручником-монографією О. Смакули) // Фізика та астрономія в школі. - №6.2001, С. 27-30.
9. В. А. Шендеровський, Н. П. Форостяна, А. В. Касперський. З історії відкриття Х-променів. // Матеріали II Всеукраїнської конференції викладачів фізики педагогічних інститутів та університетів "Проблеми удосконалення фундаментальної та професійної підготовки вчителів фізики. К., 1996. С. 223 – 225.
10. Н. П. Форостяна. Сторінки забутих імен... // Матеріали III Всеукраїнської наукової конференції "Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики", Ч. I., К., 1998, С. 54 – 56.
11. Н. П. Форостяна. Розвиток молекулярної фізики в Україні в II-й половині XIX – на початку XX ст. // Матеріали V Всеукраїнської наукової конференції "Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики". – Київ, 2000, С. 104.
12. Н. П. Форостяна, М. І. Шут. Теорія і методика вирощування кристалів із водних розчинів. // Міжнародна конференція, присвячена 200-річчю з дня народження М.Остроградського. – Полтава, 2001, С. 70-73.

Форостяна Н. П. Історичні аспекти у вивченні молекулярної фізики в середніх загальноосвітніх навчальних закладах України. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання фізики – Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Київ, 2001.

У роботі проведені комплексні дослідження історії розвитку молекулярної фізики в Україні. Особливу увагу приділено висвітленню історії становлення національної науки і культури. Розкрито маловідомі факти із сторінок життя, діяльності, творчого доробку і спадщини вчених, що працювали на терені України. З'ясовано значущість їх доробку в українській скарбниці світової науки. У дисертаційному дослідженні вперше доведено, що чимало ідей, розроблених тогочасними вченими, не втратили цінності і значущості сьогодні. Результати їх наукової діяльності становлять практичне значення для реформування системи фізичної освіти.

Висновки, зроблені в роботі, їх наукове обґрунтування сприяють підвищенню інтересу до предмету, активізації навчальної діяльності студентів при вивченні курсу історії фізики.

У дисертації обґрунтовано науково-методичні засади використання матеріалів з історії молекулярної фізики, визначено їх місце в курсі фізики середньої загальноосвітньої школи і розроблено методичну систему використання матеріалів з історії науки, спрямовану на підвищення ефективності навчально виховного процесу з фізики, підвищення рівня підготовки майбутніх учителів.

Ключові слова: молекулярна фізика, броунівський рух, статистична фізика, кінетична теорія газів, термодинаміка, критична температура, енергія, атом, молекула, історія, принцип історизму, метод.

Форостяная Н. П. Исторические аспекты в изучении молекулярной физики в средних общеобразовательных учебных заведениях Украины. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика преподавания физики. – Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова, Киев, 2001.

В работе проведены комплексные исследования истории развития молекулярной физики на Украине. Особенное внимание уделено освещению истории становления национальной науки и культуры. Раскрыты малоизвестные факты из жизни, деятельности, творческого наследия ученых, которые работали на территории Украины. Выяснена их роль и место не только в украинской, но и в мировой науке. В диссертационном исследовании впервые установлено, что немало идей, разработанных учеными того периода, не потеряли своей ценности и значения и в настоящее

время. Результаты их научной деятельности представляют практический интерес для реформирования системы физического образования.

В приложениях диссертационной работы изложено хронологию знаменательных событий молекулярной и статистической физик, библиографический справочник о малоизвестных украинских физиках, программу факультативных занятий “Изучение исторических аспектов развития молекулярной физики методом классических экспериментов”.

В результате проведенных исследований были получены следующие выводы:

1. Зарождение, становление и развитие молекулярной физики в Украине было связано с работой университетов и обществ, которые были центрами развития науки и культуры.
2. Значительную роль в развитии молекулярной физики 2-й половины XIX – начала XX веков сыграла Киевская научная школа физиков под руководством М. Авенариуса.
3. Уровень исследований, проводимых учеными того времени, соответствовал уровню мировой науки.
4. Была изучена и проанализирована эволюция развития науки в Украине в контексте мировых достижений указанной области науки.

Разработка же методической системы производилась путем решения таких задач:

1. Изучение механизма влияния элементов истории молекулярной физики на активизацию учебно-воспитательного процесса; на формирование в учащимся интереса при изучении материала; на активизацию познавательной деятельности; на формирование личности; определение принципа отбора исторического материала, разработка методических рекомендаций по использованию элементов истории молекулярной физики в общеобразовательной школе;
2. подбор перечня тем школьного курса физики, при изучении которого целесообразно использовать исторический материал;
3. умение учителя владеть методикой использования исторических материалов и их сочетания с современной наукой как необходимое условие повышения уровня знаний и умений;
4. разработка программы факультативного курса по молекулярной физике “Изучение молекулярной физики в общеобразовательной школе посредством использования исторических материалов” и программы спецкурса “История молекулярной физики” для студентов физико-математических факультетов педагогических учебных заведений.

Раскрыто и сформулировано принципы отбора элементов историзма с их использованием на уроках физики. Во время исследований было установлено, что использование историко-научного материала необходимо для формирования диалектико-материалистического мировоззрения, научного и творческого мышления школьников, эмоционально-мотивационной сферы школьников.

Знакомя школьников с творчеством ученых-физиков необходимо помнить следующую схему раскрытия портрета ученого:

- 1) научное мировоззрение, философские взгляды;
- 2) творческий метод и стиль мышления;
- 3) отношение к работе;
- 4) отношение к общеполитическим проблемам и событиям;
- 5) черты характера, этические убеждения, моральный облик.

Результаты исследований использованы при изучении курса молекулярной физики в Киевской общеобразовательной школе №31 предложено также использовать материал при изучении курса “История физики” НПУ имени М.П. Драгоманова. Проведена экспериментальная проверка эффективности разработанной методики по использованию материалов о научных достижениях ученых, которые позволяют реализовать принцип историзма.

Проведенный обучающий эксперимент подтвердил концепцию о том, что систематическое использование исторического материала в процессе обучения физике при наличии необходимой научно-методической литературы обеспечивает повышение эффективности и результативность учебно-воспитательного процесса.

Ключевые слова: молекулярная физика, броуновское движение, статистическая физика, кинетическая теория газов, термодинамика, критическая температура, энергия, атом, молекула, история, принцип историзма, методика.

Forostiana N. P. Historical aspects in the learning of the molecular physics in the secondary schools of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a master's degree in pedagogics in speciality 13.00.02 – theory and methodology of teaching physics. – Dragomanov M. National Pedagogical University, Kyiv, 2001.

The work presents a complex study of the history of molecular physics development in Ukraine. A special attention is paid to elucidation of the history of formation of national science and culture. The little known facts from the lives, activities and creative work and legacy of the scientists, who worked on the ground of Ukraine are brought to light. Their contribution into the progress of the world and not only of Ukrainian science is ascertained. It is proved for the first time in this thesis that a lot of ideas developed by the then scientists are valid nowadays. The results of their scientific activity are of great practical value for reforming the system of education in the sphere of physics.

The conclusions well grounded scientifically presented in the work help increasing the interest to the subject, activating students while studying the course of history of Physics.

In the dissertation is grounded the scientific-methodical principles for utilization of molecular physics' history materials, is defined their place in physics course for secondary schools; is worked out the methodical system for utilization of science history materials, which direct of the rise of the learning-educational effectivity and the rise of the teacher's preparing.

Key words: molecular physics, Brown movement, statistical physics, kinetic gas theory, thermodynamics, critical temperature, energy, atom, molecule, history.