

ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ТА ЗАСОБИ ВИВЧЕННЯ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ І СПЕКТРІВ

Едуард Сірик

Ретроспектива сутності і змісту спектроскопії та спектрального аналізу дозволяє визначити перспективні напрямки розвитку та впровадження у систему навчального фізичного експерименту останніх наукових досягнень в галузі вивчення оптичного випромінювання і спектрів.

The retrospective view of essence and maintenance of spectroscopy and spectral analysis allows to defining perspective directions of development and introduction in the system of educational physical experiment of the last scientific achievements in industry of study of optical radiation and spectrums.

Сучасна фізика у своїй основі базується на емпіричному та теоретичному методах пізнання і стоїть на непохитному фундаменті експериментальних даних, що одержані за одних обставин внаслідок спостережень за явищами і процесами, які самовільно відбуваються у природі, за інших обставин – є результатом спеціального відтворення дослідником експериментів на основі створеного обладнання у лабораторних умовах. Надзвичайна широта практичних застосувань наукових установок та прикладів досягнень у галузі фізики надають їй сьогодні загальнолюдського звучання. Відтак, вивчаючи шкільний курс фізики відповідно до сучасних програм, учні знайомляться з низкою експериментальних методів дослідження фізичних явищ і процесів, з їхньою сутністю, науковим поясненням і практичним використанням. При цьому в учнів формуються переконання про матеріальність і пізнаваність світу та розкриваються шляхи і можливості пізнання оточуючого середовища. Тому процес навчання фізики в середніх навчальних закладах базується на експериментальній основі, тобто на основі різних видів навчального експерименту: спостережень і дослідів, лабораторних робіт і фізичного практикуму, на основі самостійних спостережень і досліджень, що виконуються учнями в позаурочний час і в домашніх умовах.

Тут, на нашу думку, дуже важливо, щоб, опрацьовуючи навчальний матеріал підручника чи посібника та індивідуально виконуючи певне дослідження, школярі самостійно вивчали фізичні явища та їхні закономірності і самостійно знайомилися з різними фізичними методами наукового дослідження, самостійно встановлювали їхні особливості і прилучалися до самостійного з'ясування їхньої фізичної сутності. Такий підхід у навчанні фізики сприяє формуванню і розвитку мислення кожного школяра, а також сприяє самостійності та формуванню активної пізнавально-пошукової діяльності і кожного учня окремо.

За таких умов, як справедливо зазначає С.П.Величко, на нашу думку, важливо підкреслити, що "у методиці навчання фізики в сучасній школі чільне місце відводиться шкільному фізичному експерименту, бо:

1) у навчально-виховному процесі ШФЕ є об'єктом вивчення і виступає у вигляді джерела знань;

2) навчальний фізичний експеримент у процесі вивчення основ (базису) курсу фізики і особливо тієї його частини, яка одержана внаслідок теоретичного методу пізнання, виступає критерієм істинності нових знань і слугує для більш повного і глибокого розуміння теоретичних висновків та важливих наслідків, що випливають із фізичних теорій;

3) у процесі навчання ШФЕ дуже часто використовується як засіб наочності навчального матеріалу та засіб для підготовки учнів до активної творчої діяльності, включаючи і навчально-пізнавальну діяльність. [1, с. 66].

Таким чином, навчальний фізичний експеримент є невід'ємною складовою частиною процесу вивчення фізики в школі на різних його етапах, даючи можливість вирішувати різноманітні навчальні, виховні, розвиваючі та стимулюючі функції цього процесу та ефективно вирішуючи різні дидактичні цілі у ньому.

Аналіз становлення і розвитку методики фізики як педагогічної науки свідчить, що довгий час навчальний фізичний експеримент зводився лише до запровадження дослідів, які готував і виконував сам учитель, а всі учні класу спостерігали за отриманими результатами, роблячи індивідуальні чи всі разом у класі певні висновки та узагальнення з таких дослідів. Тоді фізичний експеримент складав нерозривну частину у викладанні вчителем навчального матеріалу з фізики. Дещо пізніше ШФЕ доповнився дослідями, які пропонувалися для виконання їх учнями на уроці, а згодом і самостійно в домашніх умовах. Таким чином, з часом створилася певна система навчальних фізичних дослідів. Зараз ця система завдяки плідній праці багатьох методистів охоплює демонстрації вчителя, фронтальні лабораторні досліді (спостереження) і роботи учнів, фізичні практикуми, експериментальні задачі і вправи, самостійні досліді і спостереження учнів у позаурочний час та в домашніх умовах. Така система, яка в даному випадку оцінюється лише за ознакою різних видів виконуваних навчальних фізичних дослідів, являє собою взаємопов'язану сукупність найважливіших дослідних фактів, що складають зміст навчального матеріалу, та експериментальних методів дослідження в галузі фізики і передбачає поступове підвищення ролі самостійної активної пізнавально-пошукової діяльності школярів у процесі оволодіння фізичними знаннями. Цей висновок відповідає провідній і домінуючій концепції на удосконалення фізичної освіти. Однак такий підхід ще не повністю і далеко не повною мірою розкриває сутність навчального фізичного експерименту як важливої компоненти навчально-виховного процесу в школі, який можна уявляти як педагогічну систему, або самостійну педагогічну підсистему нижчого рангу у педагогічній системі "процес навчання", що поєднує низку підсистем у вигляді його складових. За цих обставин навчальний фізичний експеримент пронизує всі компоненти процесу навчання фізики.

Відтак, вся система навчально-виховної роботи у шкільному кабінеті фізики (у тому числі і матеріально-технічне, психолого-педагогічне забезпечення, комплекс вимог до навчального обладнання та його улаштування і т.п.) повинно підпорядковуватися науковій організації праці вчителя й учня та узгоджуватися з вимогами ергономіки, яка вирішує питання пристосування створеного навчального середовища до психологічних і фізіологічних можливостей учня, даючи йому можливість навчатися з урахуванням індивідуальності й однозначно оптимізуючи умови для найбільш ефективного перебігу процесу навчання, виховання та розвитку особистості школяра [2, с. 58-91].

Враховуючи результати останніх вагомих досліджень у галузі теорії і методики навчання фізики й особливо праці Л. І. Анциферова (1986р.), М. Я. Молоткова (1991р.), С. П. Величка (1998р.), Ю. М. Орищина (2006р.), В. П. Вовкотруба (2007р.) та інших фахівців, для сучасних уявлень про систему шкільного фізичного експерименту варто

скористатися методологією системного підходу. При цьому, на наше глибоке переконання, важливо виходити з того, що серед інших складових навчально-виховного процесу з фізики взагалі і зокрема під час вивчення оптичного випромінювання і спектрів та основ спектрального методу дослідження, основними є діяльність вчителя і діяльність учнів з відповідними взаємозв'язками між ними, на що акцентує увагу С. П. Величко, а також зміст навчального матеріалу, який стосується вивчення безпосередньо оптичного випромінювання і спектрів, ознайомлення школярів з теоретичними основами запроваджених наукових методів дослідження відповідного кола фізичних явищ і процесів; вивчення будови і роботи приладів, які складають перелік базового обладнання, котре використовується для виконання відповідних (зазвичай спектроскопічних) досліджень, а також вивчення і розуміння основних прикладів використання та запровадження спектрального методу дослідження у різних галузях діяльності людини.

Разом з тим ми позитивно оцінюємо висновки про те, що ШФЕ може ефективно запроваджуватися як для вивчення нового матеріалу та під час його повторення і закріплення, так і з метою формування та закріплення практичних умінь та навичок, а також для перевірки рівня та глибини засвоєння основ спектрального методу дослідження фізичних явищ і процесів і з метою контролю чи самоконтролю учнем одержаних знань, умінь і навичок про випромінювання і спектри. Водночас, на нашу думку, не слід випускати з поля зору і той факт, що у шкільній практиці навчальний фізичний експеримент може ефективно використовуватись у вигляді різних організаційних форм проведення як класно-урочних занять з фізики, так і позакласних і позаурочних форм роботи та індивідуальної пошуково-пізнавальної роботи в домашніх умовах з метою запровадження саме активних методів навчання та посилення питомої ваги самостійності учнів у навчальному пізнанні. І тому навчальний процес у середніх навчальних закладах будується на експериментальній основі, тобто на основі дослідів, спостережень, спеціально створеного для навчальних цілей фізичного експерименту та відповідного навчального обладнання.

Урахування науково-методичних досліджень, головною метою яких є підвищення ефективності вивчення будови атома та різних видів (суцільного, смугастого та комбінованого) спектрів, спектрів випромінювання та поглинання для конкретних хімічних елементів тощо, що використовується у практичній спектроскопії та в науці, дозволяє виявити важливі напрямки вдосконалення системи навчального фізичного експерименту, що обумовлені, в першу чергу, необхідністю розробки та створення нового обладнання та ефективних прийомів його запровадження під час вивчення фізики в школі та особливо у педагогічних вищих навчальних закладах. До такого обладнання відносяться *джерела оптичного випромінювання і спектрів, голографічні дифракційні ґратки*, діючі макети спектральних приладів для виконання різних видів спектральних досліджень (спектроскопічних, спектрографічних і фотометричних) та інші пристосування і прилади.

Аналіз спеціальної літератури та посібників із спектрального аналізу, а також проведений нами аналіз дозволяє констатувати, що до основних чинників, які визначають широкі можливості практичного застосування методів спектрального аналізу, відносяться наступні:

1 – інформативність методу, яка характеризується числом спектрально розділених ліній або смуг у відповідному інтервалі довжин хвиль (чи частот) досліджуваного діапазону;

2 – кількість виміряних спектрів для конкретних хімічних елементів та їхніх з'єднань;

3 – наявність загальних закономірностей між спектром конкретного хімічного

елемента та його атомною чи молекулярною будовою;

4 – чутливість та вибірність методу;

5 – універсальність методу;

6 – простота і доступність дослідження спектрів.

Наш ретроспективний аналіз спектрального аналізу як одного із загальнонаукових методів дослідження явищ і процесів різної природи свідчить, що названа проблема пов'язана з працями відомих німецьких учених Р.Бунзена (1811-1899) та Г.Кірхгофа (1824-1887) в галузі оптики: спершу Р.Бунзен встановив, що в створеній ним досить гарячій пальничці поміщена речовина, перетворюючись в пару, надає полум'ю різного кольору (наприклад, кухонна сіль – жовтого; мідь – зеленого; стронцій – малиново-червоного). Згодом було виявлено, що речовина різного складу в деяких випадках надавала полум'ю однаковий колір.

Після того Г.Кірхгоф запропонував пропустити випромінювання від полум'я через скляну призму, що розділяла складне кольорове випромінювання на монохроматичні компоненти (складові).

Відтак в 1859 році було виявлено, що свічення пари будь-якого хімічного елемента випромінює тільки одному йому властивий набір монохроматичних ліній, названих згодом спектральними лініями, а вся сукупність цих ліній отримала назву *спектра*.

Таким чином стало можливим за характером спектра розшифровувати склад речовини, яка випромінює світло.

Цей перспективний напрямок наукових досліджень відкрив нову галузь – *спектроскопію*, яка отримала свій бурхливий розвиток і за короткий час перетворилася у загальнонауковий метод вивчення явищ і процесів, що складали оточуюче середовище, хоча й за своєю сутністю і змістом ці явища часто виходили за межі дії законів оптики та взагалі законів фізики.

1868 року французький астроном Ж.Жансен та англійський астрофізик Дж.Лок'єр незалежно один від одного виявили у випромінненні Сонця спектр нового раніше невідомого хімічного елемента, який було названо *гелієм*.

Таке відкриття стало початком вивчення в середині XIX століття спектрів космічних тіл, складу Сонця та інших зірок, що дало можливість зробити висновки про те, що речовина у Всесвіті складається із тих же атомів, що і на Землі.

Перші дослідження проводилися візуально і велися за допомогою *спектроскопа*. Використання фотографії у другій половині XIX століття суттєво розширило спектральні дослідження, бо це дозволяло за одну експозицію зафіксувати велику кількість спектрів різних зірок і небесних світил.

На основі таких досліджень у Гарвардській обсерваторії (США) на початку XX століття була розроблена детальна класифікація спектрів зірок, яка використовується і в даний час з урахуванням деяких змін. Ця спектральна класифікація зірок базується на вигляді та кількості спектральних ліній [5, с. 254-255]. У звичайному спектрі будь-якої зірки, як і в спектрі Сонця, спектральні лінії мають вигляд темних ліній на світлому фоні неперервного спектру, а їхній вигляд у спектрі обумовлений в основному температурою зірки (рис. 1).

Згодом внаслідок плідних наукових досліджень в 1953 році була рекомендована уточнена класифікація, у якій для кожної зірки крім спектрального класу зазначався ще й клас її світності, позначалися зірки: I – надгіганти; II – III – гіганти; IV – субгіганти; V – карлики. Така нова класифікація, що зараз широко використовується в астрономії, дозволяє визначати відстані до зірок за їхніми спектрами та видимими величинами.

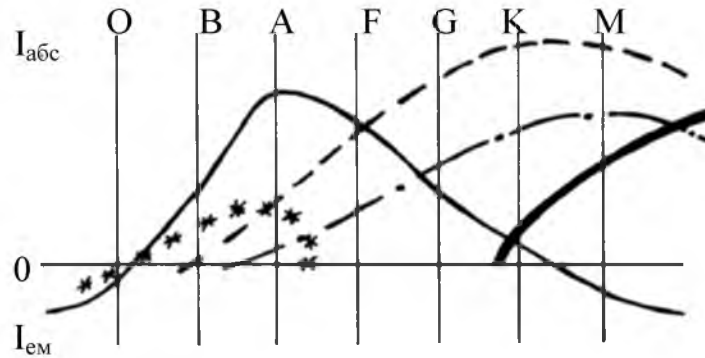


Рис. 1. Інтенсивність спектральних ліній в зірках різних спектральних класів.
 I_{abc} – інтенсивність абсорбційної лінії, I_{em} – інтенсивність емісійної лінії:

— водень
 — іонізований кальцій
 — молекули
 — метали
 * * * * – гелій

Таким чином, вивчення і поліпшення знань про оптичне випромінювання і спектри дозволило суттєво розширити уявлення людини про Всесвіт, його будову та розвиток. Однак, це лише один із прикладів того, як саме спектральний аналіз сприяв розвитку знань людини про навколишнє середовище та можливості практичного застосування того, як спектральний аналіз змінював з часом ці уявлення і давав можливість виконувати значно складніші і значною мірою науково витонченіші результати дослідження, що розкривають перспективні напрямки подальших наукових пошуків та важливих прикладів практичного застосування, знайомство з якими може дати неоціненний педагогічний ефект у реалізації вимог сучасної фізичної освіти школярів ті у формуванні наукового світогляду випускників школи.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі. – Кіровоград: КДПУ, 1998. – 302 с.
2. Величко С. П., Вовкотруб В. П. Педагогічні принципи та ергономічні вимоги до шкільного фізичного експерименту. – Монографія. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. – 128 с.
3. Гуржій А.М., Величко С.П., Жук Ю.О. Фізичний експеримент у загальноосвітньому навчальному закладі (Організація та основи методики): Навчальний посібник, - К., ІЗМН, 1999. – 303 с.
4. Кустанович И.М. Спектральный анализ. - 3-е изд., доп. - М.: Высшая школа, 1972. - 352 с.
5. Энциклопедический словарь юного астронома/ Сост. Н.П.Ерпылев. – М.: Педагогика, 1980. – 320 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Сірик Едуард Петрович – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету ім.В.Винниченка
Наукові інтереси: удосконалення системи навчального фізичного експерименту.