

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО И РЕАЛЬНОГО
ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ

Стандартами физического образования определён обязательный минимум содержания, которым должен овладеть каждый выпускник школы. Содержание образования предполагает ознакомление учащихся с методами познания природы. Одной из нерешённых проблем, связанной с реализацией требований стандартов физического образования к естественнонаучной грамотности выпускников, является проблема взаимосвязей эмпирического и теоретического методов исследования в процессе познавательной деятельности. Решение этой проблемы связано с усовершенствованием методов обучения, в частности, усвоение методов познания, развитие умений познавательной деятельности. Важная роль в этом процессе принадлежит учебному физическому эксперименту, современной тенденцией развития которого является использование ИКТ. В статье рассматривается влияние комплексного использования реального учебного физического эксперимента и средств информационных технологий на формирование целостной системы знаний о физических объектах.

Ключевые слова: познание, теоретическое знание, эмпирическое знание, научный факт, виртуальное и реальное, учебный физический эксперимент, целостная система знаний.

I. V. Salnyk

Kirovograd Volodymyr Vynnychenko State Pedagogical University
EPISTEMOLOGICAL FOUNDATIONS OF COMPLEX USING
OF VIRTUAL AND REAL PHYSICAL EXPERIMENT
IN HIGH SCHOOL

Standards of physical education define a mandatory minimum of content what should to master every graduate school. The content of education requires introducing to students methods of cognition of nature. One of the unsolved problems, which related with the implementation of the standards of physical education to the knowledge of natural sciences of graduates, is a problem of interconnections of empirical and theoretical research methods in the cognitive activity. Solving this problem is due to the improvement of learning methods, in particular mastering the methods of cognition, development of skills of cognitive activity. The leading role in this belongs to learning physical experiment, the modern trend of development of which is the use of ICT. The article examines the impact of the comprehensive introduction of the real learning physical experiment in combination with the means of information technologies on the formation of a complete system of knowledge about physical objects.

Key words: cognition, theoretical knowledge, empirical knowledge, scientific fact, virtual and real, physical learning experiment, complete system of knowledge.

Отримано: 12.07.2015

Проведений нами аналіз особливостей та характерних властивостей запровадження реального та віртуального фізичного експерименту в умовах сучасного навчального середовища старшої профільної школи [3] дозволив нам виділити ті чинники, які забезпечують їх взаємозв'язок та взаємодоповнення у формуванні емпіричних та теоретичних знань як цілісної системи. Такі зв'язки показані нами на рис. 3.

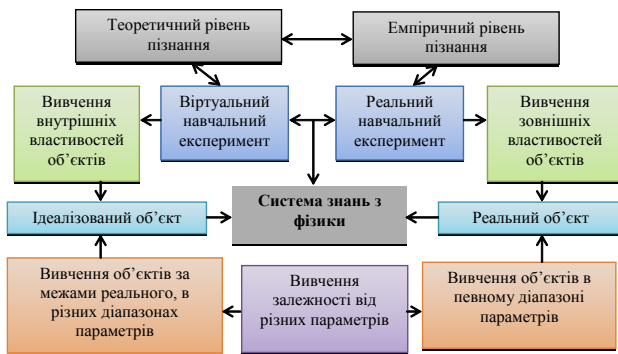


Рис. 3. Формування цілісної системи знань на основі взаємозв'язків віртуального та реального у системі навчального фізичного експерименту

Висновки. Отже, проведене нами дослідження дозволяє говорити про багатоплановість впливів взаємопов'язаного запровадження віртуального та реального в системі фізичного експерименту на навчально-виховний процес старшої школи. Визначені вище закономірні зв'язки стають визначальними в організації пізнавальної діяльності учнів з фізики в старшій школі, оскільки змінюють внутрішню структуру усіх складових навчального процесу. Отримані висновки будуть враховані в процесі побудови нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи.

Список використаних джерел:

1. Ляшенко О.І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного у навчанні фізики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04; 13.00.02 / О.І. Ляшенко ; АПН України. – К., 1996. – 442 с.
2. Майер Р.В. Проблема формирования системы эмпирических знаний по физике : автореф. дисс. ... докт. пед. наук : спец. 13.00.02 "Теория и методика обучения физике" / Р.В. Майер. – СПб., 1999. – 42 с.
3. Сальник И.В. Виртуальное та реальное у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи : [монографія] / И.В. Сальник. – Кировоград : ФО-П Александрова М.В., 2015. – 324 с.

УДК 537.5

Б. А. Сусь¹, Б. Б. Сусь²¹Державний університет телекомунікацій²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

e-mail: bnsuse@gmail.com

ФІЗИКА ЯК ОСНОВА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СВІТОГЛЯДУ І КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТЬОГО
ФАХІВЦЯ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОФІЛЮ

Показано, що фізика як наука є основою для формування світогляду і компетентності майбутніх фахівців фізико-технологічного профілю. Тому студенти у вищій школі повинні брати участь у наукових дослідженнях, обговорювати фундаментальні світоглядні проблемні питання, бо тільки таким шляхом вони крім знань можуть набути уміння використовувати знання в подальшій фаховій діяльності, що є необхідною умовою становлення компетентного фахівця.

Ключові слова. формування світогляду, проблемні питання фізики, компетентність, науково-дослідна робота, хвильовий і корпускулярний підходи, двоїстість.

Вступ. Ми знаходимося у нескінченному Всесвіті, який перебуває у безперервному русі. Це нежива природа, яка є предметом вивчення для фізики. У неживій природі виникло живе і йде безперервний процес його розвитку і проникнення в сфері неживої матерії. Люди як окремі індивіди і як члени спільноти також невинно прагнуть до розвитку. Існує колективна свідомість, яка спонукає до розвитку в усі історичні часи. Значного розвитку людство набу-

ло за останнє століття. Нині фактично кожна людина має мобільний телефон, радіо, телевізор, звичним і необхідним став комп'ютер. Побували на Місяці, досягнули інших планет. Сто років тому про таке не було підстав навіть думати – це була область фантастики. А тепер погляньмо на дуже далеку перспективу. Сонце і Земля існують десь біля 4,5 мільярдів років. Тут зародилося життя. Але ще через 4 мільярди років на Сонці завершаться термоядерні процеси, воно перетво-

© Сусь Б. А., Сусь Б. Б., 2015

ряться на так званого «червоного гіганта», розшириться і Земля стане непридатною для життя. Звичайно, для окремої людини це щось дуже й дуже далеке від потреб кожного дня, бо їй потрібно просто жити і вона перейнята життєвими проблемами. Але існує колективний розум, можливо у вигляді інстинкту, який спрямовує **розвиток** людства. Якщо Земля – наша, своя, близька, то навкруги неосяжний космос, який є чужим і жорстоким. І в тому далекому майбутньому людям ніхто не допоможе, тому вони самі собі мають дати раду. А для цього **мусимо розвиватися**. Важко навіть уявити якого розвитку людство досягне в майбутньому, але воно повинно створити системи, придатні для життя не однієї людини, а для багатьох поколінь, і таким чином добратися до планет інших зірок, щоб продовжити життя. Зрозуміло, що без **розвитку науки** цього не відбудеться. Звичайно, розвиток повинен бути всебічним і всі науки будуть важливі. Але без розв'язання **фізичних проблем**, не буде про що й думати. Бо йдеться про глибоке знання природи, а це справа фізики як науки про природу. Отже фізика – найважливіша з наук для майбутнього. **Вона є фундаментальною світоглядною наукою**. Але фізика стала також **основою** для багатьох інших спеціальних наук. Тому майбутні фахівці в області фізики повинні розуміти значення фізики як науки для майбутнього, що у фізики як науки існує багато проблем і ці проблеми треба розуміти і розв'язувати. І цьому треба вчитись.

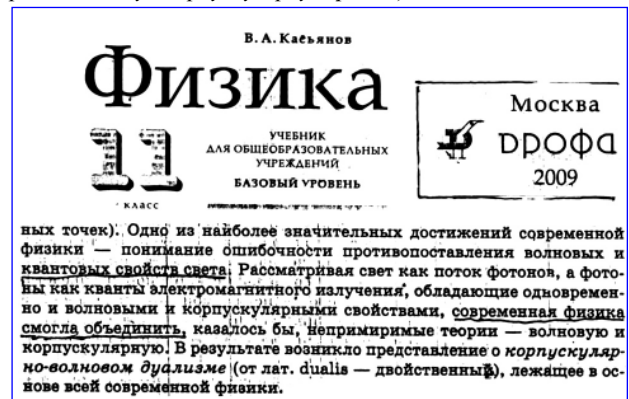
Постановка проблеми. У фізиці, як і в інших науках, досить часто наукові результати представляються догматично, як констатація фактів, як твердження без належного розкриття їх фізичного змісту. Однак формування студента як компетентного майбутнього фахівця вимагає фундаменталізації знань, що неможливо без проникнення в суть того чи іншого явища. Дієвим засобом активізації процесу навчання у формуванні світогляду і компетентності майбутнього фахівця можуть стати реальні **проблемні питання дисципліни, зокрема й традиційні**. У фізиці таких питань багато і вони можуть і повинні бути предметом обговорення в студентському середовищі. Треба зазначити, що **традиційні проблемні питання** у навчальній літературі розглядаються, але парадокс у тому, що **не звертається увага на їх проблемність**. Отже проблемність як методичний аспект у навчальному процесі не використовується, тоді як розгляд навчальних питань з точки зору їх проблемності сприяє зацікавленню студента навчальним питанням, виникненню атмосфери пошуку і активізації навчального процесу і таким чином створює умови для формування світогляду і компетентності майбутнього фахівця, зокрема вчителя фізики.

Розгляд проблеми. Проблемних питань, в тому числі традиційних фундаментальних і світоглядних, у фізиці багато. Розглянемо деякі з них. Наприклад, учням, а потім студентам розповідається, що в природі існують додатні і від'ємні заряди, які взаємодіють між собою, вивчається закон Кулона для точкових зарядів. Але при цьому ніде не звертається увага, що невідомо, що ж таке заряди? Це особливий вид матерії? Чи це, можливо, вияв форми руху матерії? Не звертається увага на те, що **заряд не виявлений як окрема субстанція**, додатні і від'ємні заряди не відокремлені від речовини, а завжди з речовиною. Негативний заряд існує тільки разом з електроном, а позитивний – разом з протоном, які є елементарними порціями речовини. Тому виникає питання: а може «заряд» – це не щось «віртуальне», а певний вид речовини? Заряди створюють навколо себе «електричне поле», завдяки якому відбувається їх взаємодія. А що таке «поле»? Це вид матерії? Чи форма руху? Це якісь ще невідомі частинки чи може деформація середовища? Якого середовища? Ефіру? Вакууму? Фізичного вакууму? Виходить, що існує таке «щось», яке створює інше «щось»... Як бачимо, такі питання не просто фізичні, а питання світоглядні. І не можна не помічати цих питань, а треба звертати на їх проблемність увагу.

Або інший приклад – електромагнітна хвиля. Це теж «поле» – так зване **електромагнітне поле**. Електромагнітне поле, до якого належить і світло, має двоїсту природу, бо воно, що беззаперечно доведено, є і частинками і хвилею. Бути ж одночасно частинкою і хвилею – явище суперечливе.

Так розуміли сто років тому. А як вважають нині? В навчальній літературі про це не говориться. Просто доводиться, що світло – це хвилі. І окремо доводиться, що світло – частинки. Тобто світло – це хвиля і частинка одночасно. При цьому навіть часто відзначається особливість науки фізики, яка поєднує такі незвичайні суперечливі властивості природи. Можемо навести приклад такого особливого некритичного підходу. Ось як бачить проблемне питання фізики автор сучасного шкільного підручника [1, с.167]:

«Одне з найбільш значних досягнень сучасної фізики – розуміння помилковості протиставлення хвильових і квантових властивостей світла». Навіть більше: «... сучасна фізика змогла об'єднати, здавалось би, непримиренні теорії – хвильову і корпускулярну» (рис. 1).



ных точек). Одно из наиболее значительных достижений современной физики – понимание ошибочности противопоставления волновых и квантовых свойств света. Рассматривая свет как поток фотонов, а фотоны как кванты электромагнитного излучения, обладающие одновременно и волновыми и корпускулярными свойствами, современная физика смогла объединить, казалось бы, непримиримые теории – волновую и корпускулярную. В результате возникло представление о корпускулярно-волновом дуализме (от лат. dualis – двойственный), лежащее в основе всей современной физики.

Рис. 1

Як бачимо, **про те, що ці два твердження суперечливі, не говориться**. А навпаки – суперечність відкидається. Тут доречно навести думку Ейнштейна щодо питання двоїстості [2]:

«Що таке світло – хвиля чи ливень світлових корпускул? ... Схоже, що нема ніяких шансів послідовно описати світлові явища, вибравши тільки яку-небудь одну з двох можливих теорій. Стан такий, що ми повинні застосовувати іноді одну теорію, а іноді другу, а час від часу одну й другу. Ми зіткнулися з трудністю нового типу. Маємо дві протилежні картини реальності, але ні одна з теорій окремо не пояснює всіх світлових явищ, тоді як сумісно вони їх пояснюють».

Ейнштейн бачив суперечність хвильового і корпускулярного уявлень про світло, просто в його час ще не були виявлені причини такої суперечності. І дійсно, **хвильовий підхід** при поясненні природи світла **суперечить корпускулярному підходу**. Покажемо це на прикладі.

З хвильової точки зору світло – це хвилі, тому згідно з принципом Гюйгенса кожна точка хвильової поверхні dS є джерелом нових хвиль. Отже, від точки dS , куди дійшли коливання, світло **може** потрапити в точку спостереження K (рис. 2 а).

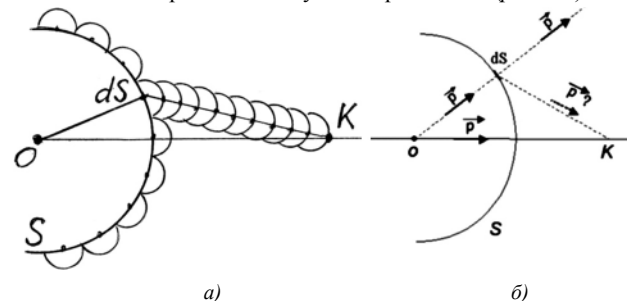


Рис. 2. Принцип Гюйгенса з точки зору хвильового (а) і корпускулярного (б) підходів при поясненні розповсюдження світла.

З корпускулярної точки зору світло – це потік частинок – фотонів. Кожен фотон має «імпульс» \vec{p} і в точці dS змінити його, щоб потрапити в точку спостереження K , **не може** (рис. 2 б).

Виходить, що при хвильовому підході коливання від точки dS можуть потрапити в деяку точку спостереження K , а при корпускулярному підході – не можуть потрапити. Отже, стає очевидним, що хвильовий і корпускулярний під-

ходи знаходяться в суперечності. А це означає, що **якийсь з підходів неправильний**. Таким неправильним є хвильовий підхід, оскільки гіпотетичного середовища «ефіру» для поширення електромагнітних хвиль, за сучасними уявленнями, не існує. На таку проблему звертає увагу Г. Лінднер [3]:

«Хвильовій теорії не вистачає вирішальної ланки: *носія, чи середовища, в якому поширюються світлові хвилі – про нього теорія замовчує! Це головне питання в теорії світла старанно обминається, на нього накладене «табу»*».

Справжня проблема двоїстості в тому, що традиційно фізика розглядає лише один тип хвиль, обумовлених коливанням середовища, в якому поширюються хвилі. Насправді ж **існує принципово інша природа хвиль – хвилі без середовища**. Це хвилі частинок, які летять і при цьому ще внутрішньо коливаються. Моделлю таких хвиль може бути політ зграї птахів, які переміщуються поступально і ще махають крилами. Або марш колони солдатів, де кожен солдат (частинка) періодично рухає ногами і таке переміщення коливань у просторі можна розглядати як хвильовий процес. Аналогічно відбувається поширення світла як коливання фотонів і їх переміщення у просторі. Більше того, фотони, у відповідності із залежністю між масою і енергією: $W = c^2 m$, перебувають у коливальному процесі типу: **енергія–маса–енергія–маса– ...** [4].

А такі електромагнітні хвилі як радіохвилі – це теж хвилі і частинки? В жодній книжці з радіотехніки (та й з фізики також) не сказано, що радіохвилі – це частинки. А від цього залежить спосіб думання і можливі інші уявлення.

Або ще приклад: така важлива наука як квантова механіка ґрунтується на понятті хвиль де Бройля. Хвиля де Бройля – це частинка, яка рухається зі сталою швидкістю... А де ж коливання, коли частинка рухається **зі сталою швидкістю**? Яка природа коливань у хвилі де Бройля? Хвиля – це ж коливний процес, який поширюється в просторі! В даному випадку також повинні існувати коливання типу **енергія–маса–енергія–маса...**, які виникають в результаті зростання маси при прискоренні частинки [4, с.107].

Виникає питання: як бути викладачеві, який про традиційні проблемні питання розповідає студентам? Подавати матеріал як догму чи звертати увагу на проблему? А як бути студентові? Також ставитись до навчання догматично, «зазубрюючи» матеріал, чи сприймати його як проблему?

На своєму досвіді ми переконалися, що проблемних питань не слід замовчувати, а навпаки – треба звертати на них увагу. Студенти реагують на проблемні питання, зацікавлюються ними, беруть участь в обговоренні, з великим інтересом виступають на семінарах і конференціях. З року в рік у нас студенти, зацікавившись науковими проблемами ще на першому курсі, продовжують це робити й на старших курсах, вже закінчивши вивчення фізики. З участю студентів розроблений електронний варіант навчального посібника «Сучасний погляд на традиційні проблемні питання фізики» [4].

Наведемо деякі приклади традиційних проблемних фундаментальних питань фізики світоглядного характеру, на які в сучасній науковій і навчальній літературі нема відповіді і які обговорюються нами в процесі вивчення фізики:

1. *За сучасними уявленнями в основі світу є субстанція, яку ми називаємо матерією. Матерія перебуває у двох видах – речовини і поля. Речовина – це добре відомі для нас тіла – вода, камінь, пісок, космічні тіла – Місяць, зорі. І це важливо, що матерія перебуває в нескінченному русі. Проблемне питання: чи є така форма руху як взаємний неперервний перехід матерії з одного виду в інший? Тобто, з речовини в «поле» і з «поля» – в речовину? Чи треба вивчати такий рух?*

2. *Інший вид матерії – поле. Ми знаємо електричне, магнітне, електромагнітне, гравітаційне поля. Електромагнітні поля – це так звані електромагнітні хвилі – світло, радіохвилі, гамма-випромінювання. Електромагнітне поле, зокрема світло, має двоїсту природу – це хвилі і частинки водночас. Але хвилі – але хвилі – в просторі, а частинка – локалізована. І це в один і той самий час. Як так може бути?*

3. *Інша проблема: якщо світло – хвилі, то в якому середовищі вони поширюються? В «ефірі»? Якщо світло – частинки, то де тут коливний процес?*

4. *Відомо, що електромагнітна хвиля – це коливання електричного і магнітного полів, які мають енергію. Проблемне питання: у що перетворюється енергія електромагнітної хвилі в процесі коливань?*

5. *Електричне поле створюється зарядами. А що таке заряд? Це вид матерії чи прояв руху матерії?*

6. *Чому дифракція розглядається тільки з точки зору хвильового підходу? Чому розгляд дифракції з корпускулярної точки зору знаходиться в суперечності з хвильовим підходом?*

7. *Рівномірний рух частинки у квантовій механіці розглядається як хвиля де Бройля. Де у хвилі де Бройля коливний процес? Що коливається?*

8. *Ми знаємо два види взаємодії між тілами – через середовище і через обмін частинками. Обидва види дають відитовхування. А який механізм гравітаційного притягування?*

Висновки. Фізика як наука є основою для формування світогляду і компетентності майбутніх фахівців фізико-технологічного профілю, тому студенти у вищій школі повинні брати участь у наукових дослідженнях, обговорювати фундаментальні світоглядні проблемні питання, бо тільки таким шляхом вони крім знань можуть набутти умінь використовувати знання в подальшій фаховій діяльності, що є необхідною умовою становлення компетентного фахівця.

Список використаних джерел:

1. Касьянов В.А. Физика. Учебник для общеобразовательных школ. 11 класс / В.А. Касьянов. – М. : Дрофа. – 288 с.
2. Эйнштейн А. Эволюция физики / А. Эйнштейн, Л. Инфельд. – М. : Наука. 1965. – 326 с. – (Albert Einstein and Leopold Infeld. The evolution of physics. – New York : Simon and Schuster, 1954).
3. Линднер Г. Картины современной физики / Г. Линднер. – М.: Мир, 1977. – С. 30.
4. Сусь Богдан. Сучасний погляд на традиційні проблемні питання фізики : науково-методичне видання в мультимедійному представленні / Богдан Сусь. – К. : Просвіта, 2013. – 130 с.

¹Б. А. Сусь, ²Б. В. Сусь

¹Государственный университет телекоммуникации
²Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

ФИЗИКА КАК ОСНОВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МИРОВОЗЗРЕНИЯ И КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Показано, что физика как наука является основой для формирования мировоззрения и компетентности будущих специалистов физико-технологического профиля. Поэтому студенты в высшей школе должны участвовать в научных исследованиях, обсуждать фундаментальные мировоззренческие проблемные вопросы, поскольку только таким путем кроме знаний можно получить умение использовать знания в дальнейшей профессиональной деятельности, что является необходимым условием становления компетентного специалиста.

Ключевые слова. Формирование мировоззрения. Проблемные вопросы физики. Компетентность. Научно-исследовательская работа. Волновой и корпускулярный подходы. Двойственность.

¹B. A. Sus, ²B. V. Sus

¹Telecommunications State University
²Taras Shevchenko National University of Kyiv

PHYSICS AS THE BASIS FOR THE FORMATION OF THE POINT OF VIEW AND PROFESSIONAL COMPETENCE OF THE FUTURE SPECIALIST WITH PROFILE IN PHYSICS AND TECHNOLOGY

It is shown that physics as a science underlies the philosophy and competence of future specialists with profile in physics and technology. Therefore, students in high school should be involved in research, to discuss fundamental and philosophical problems. It only through practice they may acquire skills to use the obtained knowledge in the future professional activity, which is essential for the formation of a competent professional.

Key words: Formation of point of view. Physics issues. Competence. Scientific research work. Wave and corpuscular approaches. Duality.

Отримано: 9.04.2015