the person's and group of people's activity. There are such pedagogical conditions as: forming of the internal positive motivation for applying art-therapeutic technologies; enrichment of the academic disciplines' content with the information that provides improvement and classification of art-therapeutic knowledge, abilities and skills; realization of personal oriented relations in the systems "professor – student", "student – student group"; making the creative educational environment in the teaching and learning process of higher education institution.

When creating a creative learning environment it should be taken into account: personality-oriented approach in the preparation of future teachers in the process of which the identity is the main objective and ultimate value of education; motivational orientation of the personality of each student (objectives or action planning); the relevance, novelty, availability, curiosity, the complexity of the studied disciplines and special courses, the possibility of their application in practice; the use of innovative forms, methods and technologies of training; the dominance of dialogical forms of learning over monologue; the use in the process of learning of the elements of integrative art therapy: coverage in educational material, works of art, photographs, special music will encourage students, provoking their interest and the interest; structuring of educational material, the division into blocks – modules, the possibility of self-study of the material in the system MOODLE.

Distinguished pedagogical conditions are characterized as the single complex that can improve educational process in the higher education institution. It can extensively develop the student's personality, his or her cognitive activity and direct future expert to further pedagogical searches in the context of the training for applying art-therapeutic technologies.

Key words*: pedagogical conditions, training of future primary school teachers, art-therapeutic technologies.*

УДК 537

Б. А. Сусь
Військовий інститут телекомунікації
та інформатизації, м. Київ
Б. Б. Сусь
Національний університет
імені Тараса Шевченка, м. Київ

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ РОЗГЛЯДУ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ СУЧАСНОЇ ФІЗИКИ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Показано, що викладання фізики в загальноосвітній і вищій технічній школі має важливі особливості, обумовлені її фундаментальністю, яка має два конкуруючі аспекти – фундаментальність фізики як природничої світоглядної науки і фундаментальність як основа технічної спеціальності. Тому виникає потреба оптимального врахування цих особливостей у процесі організації та проведення занять. У фізиці як фундаментальній світоглядній науці існує низка традиційних проблемних питань, які доцільно розглядати на лекційних, практичних, семінарських заняттях, обговорювати на студентських конференціях.

Ключові слова: *фундаментальність, світоглядна наука, професійна орієнтованість, технічна спеціальність, проблемність.*

Постановка проблеми. Фізика є фундаментальною наукою. Це найдавніша, найперша наука про природу і вона стала основою для багатьох технічних наук, зокрема механіки, теплотехніки, наук у галузі

будівництва, авіації, електротехніки, радіотехніки, оптичного зв'язку та багатьох інших. Фізика **становить базу** для формування **компетентного** фахівця. Тому зрозуміло, що програма й теми фізики повинні бути тісно пов'язані з дисциплінами професійного спрямування і бути орієнтованими на спеціальність майбутнього фахівця. Але фізика є фундаментальною наукою і в іншому аспекті – вона є глибоко світоглядною наукою, що сприяє розвиткові інтелекту майбутнього фахівця. Завданням вищої школи, крім того, що вона формує фахівця того чи іншого напряму, є ще виховання громадянина як особистості, яка має відчуття відповідальності за спільноту, частиною якої вона є. Тому цілком природно, що **існує проблема поєднання фізики як фундаментальної професійно орієнтованої науки, так і науки світоглядної.** Зрозуміло, що в обох цих аспектах надзвичайно важливе значення має розвиток фізики як науки. Справа в тому, що як у випадку професійного, так і світоглядного спрямування, треба враховувати проблемні питання фізики, зокрема **традиційні проблемні питання**, яких багато і які мають фундаментальне значення. Від розв'язання проблемних питань фізики залежить розвиток фізики як науки, що матиме вплив на технічні дисципліни та їх розвиток.

Мета статті – показати, що фундаментальні проблемні, особливо світоглядні питання фізики повинні обговорюватися зі студентами з метою їх зацікавлення проблемою та активізації навчального процесу.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо детальніше традиційні **проблемні** питання фізики, про які в навчальних посібниках говориться у вигляді констатації, що, мовляв, так є, таке спостерігається, але не звертається увага на те, що існує суперечність між різними фактами й висновками. У роботі [3] розглядається низка таких проблемних питань і звертається увага не тільки на їх проблемність, але й на те, як цю проблемність усунути. Назвемо лише окремі проблемні питання:

1. В основі Всесвіту є матерія, яка знаходиться у двох видах – речовини і поля. Матерія перебуває в русі. Сутність проблемності полягає в тому, ***чи є фундаментальною формою руху взаємний перехід матерії з одного виду в інший ?***

2. До «поля» належать електромагнітні хвилі, зокрема світло. Але в шкільних підручниках і навчальних посібниках для вищої школи говориться про те, що світло має двоїсту природу – що це хвилі і частинки водночас. Однак ***хвилі – явище просторове, а частинка – локалізована****.* ***Тому виникає питання, як узгодити цю суперечність?*** *Проте відповіді на таке проблемне питання немає.*

3. Є ще важливе проблемне питання стосовно двоїстості природи світла: ***якщо світло хвилі – то що є середовищем для їх поширення?*** *У всій навчальній літературі для вищої школи описується дослід Майкельсона, на основі якого робиться висновок про відсутність «ефіру»*

як середовища для поширення світлових хвиль. Відкинув поняття про «ефір» і Ейнштейн, створюючи теорію відносності. ***Але відповідь на питання: як же поширюються електромагнітні хвилі в навчальних посібниках не дається.***

4. Інше проблемне питання: світло є хвилями. Але світло – це ще й частинки. Якщо ***світло є потоком частинок (фотонів),*** *то* ***де в такому представленні коливний процес? Адже світло – це коливний процес.***

5. З теорії Максвелла випливає, що електромагнітна хвиля – це коливання електричного й магнітного полів. Але електричне й магнітне поля мають енергію, тому виходить, що при поширенні електромагнітної хвилі коливається енергія. Резонно виникає питання: ***у що перетворюється енергія електромагнітної хвилі в процесі коливань?*** *Відповіді на це фундаментальне питання традиційна література не дає.*

6. Існують також проблеми при поясненні такого добре відомого у фізиці явища, як дифракція. Справа в тому, що ***традиційно дифракція розглядається лише як явище хвильове, а спроба пояснити дифракцію з точки зору корпускулярного підходу приводить до суперечності з хвильовим підходом****. Цілком природно виникає питання:* ***чому хвильовий підхід суперечить корпускулярному****, якщо світло є хвилями й частинками одночасно ? Але відповіді в навчальних посібниках на це питання немає.*

7. Не менш інтригованим є питання про хвилі де Бройля, які становлять основу квантової механіки. Хвилею де Бройля називається частинка, яка рухається ***рівномірно****, тобто зі сталою швидкістю. І це дійсно хвильовий процес, який описується хвильовим рівнянням Шредінгера. Однак немає відповіді,* ***що ж коливається, коли рух рівномірний?***

8. І ще є питання про гравітаційне притягування між тілами. Ми знаємо два види взаємодії між тілами – через середовище і через обмін частинками. Обидва види дають відштовхування. А ***який механізм гравітаційного притягування?*** *Навіть гіпотетичної відповіді щодо такого механізму нема.*

Ми назвали проблемні питання, пов'язані зі світлом. Але все це стосується електромагнітних хвиль будь-якого діапазону – радіохвиль, рентгенівського і гамма-випромінювання. Для спеціальності в області телекомунікацій наведені питання є фундаментальними і в професійному, і у світоглядному плані. Про їх проблемність фізики знають більше сотні років. Тобто, вони є традиційними. Проблема двоїстості електромагнітних хвиль, зокрема світла, хвилювала відомих учених. Ейнштейн з цього приводу висловлювався: «*Все життя буду думати про те, що таке світло*». І він насправді думав про цю проблему все життя. У своїй книзі «**The evolution of physics**» [5] Ейнштейн писав:

«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 зустрілися з труднiстю нового типу. Маємо дві протилежні картини реальності, але ні одна з теорій окремо не пояснює всіх світлових явищ, тоді як сумісно вони їх пояснюють».

Як бачимо, питання двоїстості природи світла дійсно суперечливе. Але наш інтерес до цього питання, а також інших питань полягає в тому, що вони **фундаментальні.** І проблема в тому, чи треба на проблемні питання звертати увагу в навчальних посібниках, на лекціях, практичних заняттях, обговорювати їх на семінарах? Наші дослідження й досвід показують, що **проблемні питання повинні стати засобом активізації навчального процесу**, оскільки наявність проблеми і її відчуття завжди збуджує, викликає інтерес. Вони можуть стати важливим засобом створення атмосфери творчості. Звичайно, що справа не стільки в тому, щоб звернути увагу на проблему, а й у тому, щоб запропонувати варіант її розв'язання. Як приклад, розглянемо дещо детальніше пояснення проблеми двоїстості природи світла і її розв'язання [3].

Світло має двоїсту природу – це хвилі і частинки водночас. І ніяких сумнівів у цьому немає. Поблема тільки в тому, що ці два факти **суперечать** один одному. Дійсно, якщо світло розглядати як хвильовий процес, що поширюється від джерела коливань *O,* то згідно з принципом Гюйгенса кожна точка *dS* хвильової поверхні, куди дійшли коливання, стає джерелом нових хвиль (рис. 1). Це означає, що від точки *dS* коливання можуть дійти до точки спостереження *K*.

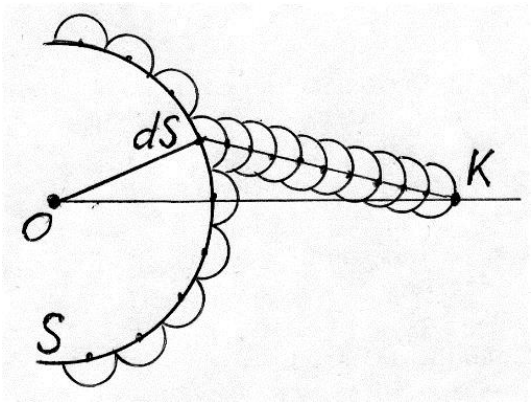

Рис. 1.

Зовсім інше виходить, якщо розглядати світло з корпускулярної точки зору, тобто як потік фотонів, що поширюються від джерела світла *O* (рис. 2). Кожен фотон як частинка має «імпульс» $\vec{p}$.

Оскільки існує закон збереження «імпульсу», то це означає, що дійшовши до точки *dS,* фотон не може змінити свого напрямку руху й потрапити в точку спостереження *K*. Тобто, принцип Гюйгенса не спрацьовує.

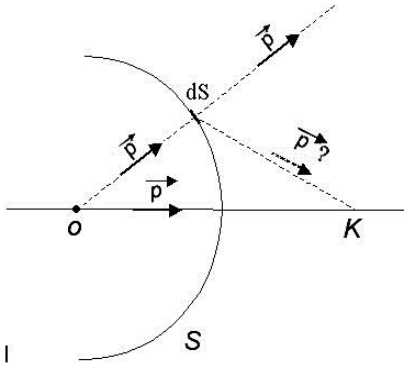

Рис. 2

Виходить, що з хвильової точки зору з однієї й тієї самої точки *dS* фотон може потрапити в точку спостереження *К,* а з корпускулярної точки зору – не може потрапити – має місце очевидна суперечність хвильового і корпускулярного підходів. Якийсь із підходів є неправильним. Який? У навчальній літературі про це не говориться. Але відповідь повинна бути, тому будемо її шукати. Можемо стверджувати, що **неправильним є хвильовий підхід**. Незважаючи на те, що хвильова теорія незаперечно підтверджується явищем інтерференції, вона має явний принциповий недолік, яким є традиційне уявлення про хвилі як коливання певного середовища. Наприклад, хвилі можна побачити як коливання води. Звук чуємо як поширення коливань у повітрі. Тому, згідно з такими уявленнями про поширення хвиль, Гюйгенс ще 300 років тому розумів, що для поширення світлових хвиль потрібне середовище і ввжав таким середовищем гіпотетичний «ефір». Пізніше на основі досліду Майкельсона було встановлено, що насправді «ефіру» немає і проблема «зависла» до наших днів.

У хвильовому підході є ще й інша проблема. З теорії Максвелла відомо, що електромагнітні хвилі – це коливання напруженостей електричного (E_y) і магнітного (H_z) полів, які поширюються у просторі зі швидкістю світла:

$E_y=E_{oy} \cos(\omega t-kx+\psi)$,

$H_z=H_{oz} \cos(\omega t-kx+\psi)$.

На рис. 3 представлено графічне зображення електромагнітної хвилі як коливання електричного і магнітного полів.

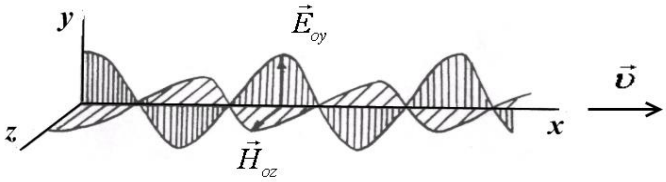

Рис. 3

Відомо, що електричне і магнітне поля мають енергію. Оскільки *E* і *H* коливаються, то коливається й енергія. У зв’язку з цим виникає питання: у що перетворюється енергія електромагнітної хвилі, коли вона змінюється? Енергія електричного поля не може переходити в енергію магнітного поля

або навпаки, як це має місце в коливальному контурі, оскільки коливання *E* і *H* відбуваються в однаковій фазі. Тобто, коли зростає енергія електричного поля, то зростає й енергія магнітного поля. Пояснення цієї фундаментальної проблеми при традиційних уявленнях про хвилі немає. Отже, **хвильовий підхід при поясненні природи електромагнітних хвиль не можна вважати коректним**.

Корпускулярний підхід сформульований Ньютоном, який вважав, що світло – це потік частинок. Те, що світло – частинки, які пізніше одержали назву фотонів, також незаперечно підтверджено явищем фотоефекту, ефектом Комптона, дослідом Боте [4, 38]. **З корпускулярної точки зору** грунтовно розглянуто природу світла у фундаментальній праці Л. Д. Ландау «Квантовая электродинамика» [2] : «…***Ми можемо розглядати вільне електромагнітне поле як сукупність частинок, кожна з яких має енергію W = hν і імпульс k = nhν/c».*** Усе правильно, але в підході Ландау не зрозуміло, з якими саме коливаннями пов'язана частота; як через фотони представляються електромагнітні хвилі; як ці хвилі реалізуються із сукупності фотонів? Не розкрита природа і характер коливань фотонів.

Отже, проблема існує, вона фундаментальна і залишати без уваги її не можна. Пояснення повинно бути. І коли його нема, то про проблему треба писати в навчальних посібниках, говорити студентам, висувати гіпотези, досліджувати.

У роботі [4] показано, що проблема двоїстості природи світла виникла й існує донині тому, що склались уявлення про поширення світлових хвиль як збурення і коливання якогось середовища («ефіру»). Насправді **можлива інша природа хвиль – хвиль без середовища. Це переміщення у просторі частинок, які внутрішньо коливаються.** Тобто, існують хвилі зовсім іншої природи. Як модель такого коливального руху може бути колона солдатів на марші, де кожен солдат (частинка) періодично рухається і таке переміщення коливань у просторі можна розглядати як хвильовий процес. Аналогічно відбувається поширення світла як коливання фотонів і їх переміщення у просторі. Питання тільки в тому, якого типу коливання відбуваються з фотонами? Відповідно до залежності між масою та енергією: $W = c^2 m$, фотони перебувають у коливальному процесі типу**: енергія**–маса–**енергія**–маса– … [3]. Аналогічні коливання відбуваються і в інших діапазонах довжин хвиль. А такі електромагнітні хвилі, як радіохвилі – це теж хвилі й частинки, хоча в жодній книжці з радіотехніки (та й з фізики також) не сказано, що радіохвилі – це частинки. А від цього залежить спосіб мислення й можливі інші уявлення.

Висловлюються думки про те, що фундаментальні проблемні питання фізики повинні стати темою для обговорення зі студентами, оскільки це сприяє активізації навчального процесу і створенню творчої атмосфери, що важливо для становлення майбутнього спеціаліста [1].

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Викладання фізики у вищій технічній школі має важливі особливості, обумовлені її фундаментальністю, яка має два конкуруючі аспекти – фундаментальність фізики як природничої світоглядної науки і фундаментальність як основа технічної спеціальності. Тому виникає потреба оптимального врахування цих особливостей при організації та проведенні занять. У фізиці як фундаментальній світоглядній науці існує низка традиційних проблемних питань, які доцільно розглядати на лекційних, практичних, семінарських заняттях, обговорювати на студентських конференціях з метою активізації навчального процесу і створення творчої атмосфери.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гладун А. Д. Роль фундаментального естественно-научного образовния в становлении специалиста / А. Д. Гладун // Высшее образование в России. – 1994. – № 4. – С. 21-23.

2. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т.IV / В. Б. Берестецкий, Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский. Квантовая электродинамика. – М. : Наука. 1989. – 728 с.

3. Sus' B. A. Unusual interpretation of traditional physics problems. The third scientific-methodological edition / B. A. Sus', B. B. Sus', O. B. Kravchenko. – Kyiv : PC «Prosvita», 2012. – 121 p.

4. Савельев И. В. Курс общей физики / И. В. Савельев. – Т. 3. – М. : Наука, 1979. – 304 с.

5. Эйнштейн А. Эволюция физики / А. Эйнштейн, Л. Инфельд. – М. : Наука, 1965. – С. 215.

6. Albert Einstein and Leopold Infeld. The evolution of physics. – Nev York : Simon and Schuster, 1954.

РЕЗЮМЕ

Сусь Б. А., Сусь Б. Б. Теоретико-методические основы рассмотрения проблемных вопросов современной физики в высшей школе.

Показано, что преподавание физики в общеобразовательной и высшей технической школе имеет важные особенности, обусловленные ее фундаментальностью, которая имеет два конкурирующих аспекта – фундаментальность физики как естественной мировоззренческой науки и фундаментальнисть как основа технической специальности. Поэтому возникает потребность оптимального учета этих особенностей при организации и проведении занятий. В физике как фундаментальной мировоззренческой науке существует ряд традиционных проблемных вопросов, которые целесообразно рассматривать на лекционных, практических, семинарских занятиях, обсуждать на студенческих конференциях.

***Ключевые слова**: фундаментальность, мировоззренческая наука, профессиональная ориентированность, техническая специальность, проблемность.*

SUMMARY

Sus' B., Sus' B. Theoretical and methodological principles for the consideration of problematic issues of modern physics in higher school.

It is shown that teaching of Physics in secondary and higher technical school is based on fundamentals and has important competing aspects: fundamental physics as a natural science and fundamental worldview as the basis of technical specialty. Therefore there is a need for optimal incorporation of these features in the organization and conduct of sessions.

There are a number of traditional issues in Physics as worldview science that should be considered in lectures, practical seminars and student conferences.

The great mystery of physics is the problem of dualism, when electromagnetic waves and light waves can be also the particles. But in explaining the nature of light wave approach obviously contradicts to the corpuscular approach. From the point of view of the wave theory light is a wave and in accordance with the principle of Huygens each point of the wave surface is a source of new waves. The light from the point can pass to the point of observation. And from the point of view of corpuscular theory light is seen as a beam of particles – photons. Because the photon has momentum, it cannot pass to the point of observation. Hence, wave and corpuscular approaches are in contradiction and cannot explain the problem for hundreds of years. This means a wrong approach. The wave is the wrong approach for wave propagation environment is required. Huygens believed this environment was hypothetical "ether". We know that the "ether" does not exit. Consistent explanation is that there are in fact fundamentally different waves – waves without environment. This is the wave of particles that fly with internal oscillation motion. Similarly, as is the spread of light photons moving in space that are in the process of oscillatory type: energy→mass→energy→mass→... The possibility of such oscillatory process follows from the known relationship between mass and energy: Similar oscillations occur in other wavelengths. In particular, radio waves – waves and particles too, but in books on radio engineering or physics this is not said.

It is suggested opinions that the fundamental problem questions of physics should be the subject of discussion with the students, so they should be considered in lectures, practical seminars and student conferences. It helps to enhance the learning process and develop a creative atmosphere, which is important for the formation of future specialists.

***Key words**: fundamental, philosophical science, professional orientation, technical specialty, problematic*

УДК 371.134:530.145(07)

О. М. Трифонова
Кіровоградський державний педагогічний
університет імені Володимира Винниченка

КРИТЕРІЇ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ НАУКОВОСТІ ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ

Методологічною основою дослідження є провідні психолого-педагогічні парадигми навчання та розвитку студентів. У дослідженні використано емпіричні й теоретичні методи, які полягають у визначенні критеріїв підвищення ефективності навчання квантової фізики. Мета статті: обґрунтувати критерії підвищення рівня науковості вивчення питань квантової фізики. В їх основу взято результати аналізу принципу науковості навчання в частині формування змісту квантової фізики. Підвищення рівня науковості ми вбачаємо в поглибленні фундаментальності курсу загальної фізики в поєднанні з професійною спрямованістю та вдосконаленням методики навчання фізичних явищ в умовах входження у світовий освітній простір. Розв'язання окреслених проблем покликане реалізувати запропоновані критерії. У статті з'ясовано й розкрито шляхи реалізації в навчальних модулях основних критеріїв до організації занять за сучасною методичною системою навчання квантової фізики. У подальшому дослідження можна продовжити в частині розробки методики формування експериментальних компетентностей майбутніх учителів фізики під час вивчення питань сучасної фізики.