

analyzed. Implementation of a competent approach to training a specialist in colleges of the economic profile leads to a rethinking of the content of learning, its transformation and interpretation in such a way as to ensure professional self-realization.

The significance of educational functions in shaping such qualities of a future economist as the feeling of belonging to the Ukrainian nation, love of the native land and its riches, development of skills of self-realization, economic relation to natural resources and the ability to realize their knowledge in practice are revealed.

The restructuring of the educational process on a democratic basis involves creating conditions for cooperation between teachers and students, in which the latter would act as subjects of their own education. To this end, a list and classification of tasks of teaching physics reflecting contemporary views on the structure of physical knowledge, namely: 1) educational tasks, 2) problems of education and use of knowledge, 3) problems of development, 4) education and development of methodological direction, 5) education tasks.

The efficiency of pedagogical conditions of education during the study of physics is indicated. Due to the limited number of hours for the study of physics, attention is drawn to the need to combine classroom and independent work of students.

Modern education aims to form a creative person with an active life position. Choosing a profession is one of the most difficult and responsible life-practical tasks that people have to deal with. It is no coincidence that K.D. Ushins'kiy's words are: «If you successfully choose the work and put all your soul, then happiness will find you», because the opportunity to do your favorite business - the main and most important condition of human happiness. Interest in physics is primarily due to the practical value of this discipline. And the teacher's task is to make everything dependent on him so that the students love this subject and are happy to prepare for each lesson, and the acquired knowledge could be used on practice.

**Keywords:** professional competence, competence approach, education, educational process, educational functions, task, students, college.

**Билецкий Вячеслав**

*Ровенский колледж экономики и бизнеса*

### **КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКИ**

*В статье раскрыты теоретические основы внедрения компетентного подхода во время организации учебно-воспитательного процесса с физики для студентов колледжей экономического профиля.*

*Раскрыто значение воспитательных функций в формировании таких качеств будущего экономиста, как логическое мышление, ответственность за порученное дело, а также любовь к родному краю и его богатствам.*

**Ключевые слова:** профессиональная компетентность, компетентностный подход, воспитание, учебный процесс, воспитательные функции, задача, студенты, колледж.

#### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА:**

**Білецький В'ячеслав В'ячеславович** – викладач фізики та математики Рівненського коледжу економіки та бізнесу, викладач-методист, голова методичного об'єднання викладачів фізики ВНЗ I-II рівнів акредитації Рівненської області.

*Коло наукових інтересів:* дидактика фізики, навчання майбутніх економістів.

**УДК 372.853**

**Дробін Андрій**

*Кіровоградський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти  
імені Василя Сухомлинського*

### **УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗМІСТУ ПОНЯТТЯ КОРПУСКУЛЯРНО- ХВИЛЬОВОГО ДУАЛІЗМУ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФИЗИКИ**

*Стаття присвячена розгляду одного з найважливіших понять шкільного курсу фізики – корпускулярно-хвильового дуалізму матерії. У статті проаналізовано стан розвитку даного поняття у фізичній науці та рівень його провадження у шкільному курсі фізики на прикладі матеріалів шкільних підручників. Встановлено про недостатній прогрес у розвитку матеріалу шкільного курсу фізики в частині подвійної природи матерії, який протягом останніх років зупинився на подвійній природі світла, не інтерполюючись на інші фундаментальні фізичні взаємодії. У статті обґрунтовано необхідність розширення навчального матеріалу з фізики в частині подвійної природи матерії та запропоновано*

методичні засади навчання принципу корпускулярно-хвильового дуалізму матерії. У статті також показані місце запропонованих змін у навчальному матеріалі шкільного курсу фізики та імовірний ефект їхнього впровадження.

**Ключові слова:** шкільний курс фізики, методика навчання фізики, корпускулярно-хвильовий дуалізм, подвійна природа матерії, статистичність, сингулярність.

**Постановка проблеми.** Проблема удосконалення структури та змісту шкільного курсу фізики (ШКФ) у відповідності до сучасного рівня розвитку педагогічної та фізичної науки, потреб науки та суспільства є актуальною постійно.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проте, як зазначає Л. Суховірська: «Аналіз навчальних програм, підручників і посібників з фізики та передового педагогічного досвіду, здійснений у працях М.В. Головка, О.І. Ляшенка, В.М. Мадзігона, М.Т. Мартинюка, М.І. Шута, дозволяє стверджувати, що зміст, структура і методи навчання за останні 40 років не зазнали суттєвих змін і в основному зорієнтовані на логічну схему емпіричного мислення гербартівської моделі: початкове ознайомлення з об'єктом => об'єднання нових уявлень із засвоєними раніше => систематизація, закріплення та узагальнення знань => підсумкова систематизація комплексу знань. Ця важлива, але не найефективніша схема розвитку учнів, не віддзеркалює різноманітності навчання і залишає поза увагою питання реалізації наявних внутрішніх та зовнішніх ресурсів у процесі навчання фізики, а тому має місце невідповідність структури і змісту шкільного курсу фізики до вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» [1, с. 2].

Аналіз сучасних підручників [2 – 9] з фізики свідчить про значний прогрес у їх якості, змісті, наповненні, оформленні, різноманітності та відповідності сучасним поглядам на навчальну літературу для дітей. Проте, деякі питання та аспекти ШКФ залишились не висвітленими та не зазнали прогресу та розвитку. До одного із таких питань ми відносимо корпускулярно-хвильовий дуалізм матерії, як узагальнюючого наскрізного поняття, що проходить через увесь шкільний курс фізики.

Ми проаналізували розвиток корпускулярно-хвильового дуалізму у науці, як науково-методологічного принципу, у зв'язку з принципом історизму [10], та здійснили обґрунтування необхідності розробки наскрізної методики його вивчення у школі [11].

Аналіз основних шкільних підручників з фізики 9 та 11 класів [2 – 9] дозволяє зробити висновок, що у навчальній шкільній літературі не знайшло відображення розгорнуте вивчення принципу корпускулярно-хвильового дуалізму матерії. У шкільній практиці використовується лише методика вивчення корпускулярно-хвильового дуалізму світла.

**Мета статті:** Тому дійшли висновку про необхідність обґрунтування оновлення ШКФ в частині розширення поняття корпускулярно-хвильового дуалізму та дослідження методичних засад його вивчення.

**Методи дослідження:** *Емпіричні:* спостереження за навчальним процесом з фізики, цілеспрямоване вивчення структури і змісту ШКФ. *Теоретичні:* системний та порівняльний аналіз літератури з проблеми оновлення змісту ШКФ відповідно до актуальних напрямків розвитку фізичної науки та потреб суспільства.

**Виклад основного матеріалу.** Аналізуючи зміст підручників, можна зауважити зокрема таке. У Т. Засекої [3, 4] розглянуто корпускулярно-хвильовий дуалізм світла, а про узагальнене поняття корпускулярно-хвильового дуалізму матерії зазначено, що таке існує, але лише поверхнево. В. Сиротюк [5] та В. Бар'яхтар [2] розглядають лише поняття корпускулярно-хвильового дуалізму світла.

У підручниках 11 класу В. Сиротюк [9], В. Бар'яхтар [6] та Т. Засека [7] розглядають та розкривають досить детально корпускулярно-хвильовий дуалізм світла, але зовсім не зазначають про подальший розвиток цього поняття та на зв'язки з іншими фундаментальними фізичними взаємодіями. Лише Є. Коршак зазначає, що

корпускулярно-хвильовий дуалізм притаманний усім частинкам [8, с.190], проте не розвиває далі це питання.

Отже, узагальненого подання матеріалу про корпускулярно-хвильовий дуалізм матерії для усіх фундаментальних фізичних взаємодій, окрім електромагнітної не здійснено. Ми пропонуємо запровадити основні засади методики вивчення принципу корпускулярно-хвильового дуалізму матерії, притаманного усім фундаментальним взаємодіям у шкільному курсі фізики.

Основною метою вивчення корпускулярно-хвильового дуалізму ми вбачаємо у формуванні цілісної, повної фізичної картини світу, розкритті загальної властивості матерії – її подвійної природи та статистичного характеру.

Реалізувати даний підхід ми пропонуємо через побудову навчального матеріалу на основі принципу історизму та генералізації навчального матеріалу навколо ідей взаємозв'язку статистичного та імовірнісного, що несе змістовне навантаження через ознайомлення з сучасними фізичними теоріями, які описують мікросвіт, властивості квантових об'єктів, якими, зокрема, є мікрочастинки і поля.

Характерною особливістю квантових об'єктів є подвійність у прояві їх властивостей за фізичних взаємодій. В одних експериментах вони проявляють корпускулярні властивості, в інших – хвильові, що з точки зору класичних уявлень є неможливим. Насправді, зазначена суперечність – це результат дослідників, що є проявом одностороннього підходу до опису властивостей фізичних явищ. Якщо припустити, що корпускулярні і хвильові властивості не суперечать, а доповнюють властивості об'єктів, то труднощі в описі поведінки цих об'єктів стають такими, що легко долаються. Ідея додатковості, сформульована у вигляді принципу додатковості датським фізиком Н. Бором [12], є однією з провідних для даної теми. Інша ідея – це визнання імовірнісного характеру поведінки мікрооб'єктів, відмова від механічного детермінізму при описі квантових об'єктів, авторами якої є Л. де Бройль [13], В. Гейзенберг [14], Е. Шредінгер [15], І. Тамм [16] та інші.

Третя ідея – це ідея атомізму, висхідна від мислителів Стародавньої Греції, яка отримала свій розвиток завдяки інтенсивному розвитку сучасної атомної, ядерної фізики та фізики високих енергій, яка по-суті пов'язана з категоріями статистичного та імовірнісного, перервного та неперервного, в основі якої праці Л. де Бройля [13], В. Гейзенберга [14], П. Дірака [17], Е. Шредінгера [15] та інших.

Нарешті, четверта ідея – це ідея частинки, як сингулярного пульсуючого утворення, зародження якої простежується у працях А. Ейнштейна [18], С. Хокінга [19], С. Вайнберга [20] та інших.

Реалізацію цих ідей найдоцільніше здійснити у 11 класі на прикладі вивчення таких явищ, як випромінювання абсолютно чорного тіла, фотоефект, рентгенівське випромінювання, флуктуації світлового потоку, неперервного коливального процесу перетворення енергії в масу і навпаки типу  $\Delta W \rightarrow \Delta m \rightarrow \Delta W \rightarrow \Delta m \rightarrow \dots$ . Особливість пропонуваного підходу полягає в тому, що для опису одних явищ, таких, як інтерференція, дифракція, поляризація світла ми пропонуємо використовувати хвильову модель світу. Вона передбачає опис теплового випромінювання, фотоефекту, рентгенівського випромінювання, вивчення зміни з часом інтенсивності слабких світлових потоків, використання квантової та корпускулярної моделі світу.

Вирази для енергії та імпульсу фотонів, що зв'язують їх значення з частотою і довжиною хвилі, встановлюють своєрідний зв'язок між цими моделями. Так, енергія фотона однозначно пов'язана з його частотою формулою Планка  $\varepsilon = h \cdot \nu$ , а імпульс виражається через довжину хвилі формулою, що впливає зі спеціальної теорії

відносності:  $p = \frac{h}{\lambda}$ . Використовуючи ці співвідношення та враховуючи, що

$\lambda = \frac{2 \cdot \pi}{k} = v \cdot \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$ , вираз для плоскої монохроматичної електромагнітної хвилі

$E = E_0 \cdot \cos\left(\omega \cdot \left(t - \frac{x}{v}\right)\right)$  можна записати у вигляді  $E = E_0 \cdot \cos 2\pi \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot t}{h} \cdot \left(t - \frac{x}{v}\right)\right)$ . Дане

рівняння важливе для опису хвильових процесів в їх зв'язку з квантовими. Незвичайність використання такого роду моделей для інтерпретації результатів експерименту полягає у їх удаваній суперечливості. Дійсно, спостерігаючи за поведінкою фізичних об'єктів в навколишньому світі, суб'єкти досліджень звикли вважати корпускулярні і хвильові властивості взаємовиключними ознаками об'єктів.

Учням складно уявити, що частинка не може бути хвилею, а хвиля не може бути частинкою. Це відноситься і до поняття про подвійність природи матерії на прикладі світла. Проте, введення у навчальний матеріал результатів експериментальних фактів щодо природи світла, показує, що така позиція хибна. Традиційно вважалось, що один і той же фізичний об'єкт, у цьому випадку світло, може залежно від реальної ситуації проявляти або хвильові, або корпускулярні властивості. Причому, ці властивості виступають не як характеристики об'єкта, що виключають одна одну, а, навпаки, як ознаки об'єкта, що доповнюють одна одну. Так, фактами на підтвердження хвильової природи світла приводяться явища інтерференції, дифракції, поляризації та дисперсії світла, а фотоэффект, ефект Комптона, хімічна дія світла свідчать про дискретну природу світла. У зв'язку з цим ми пропонуємо запровадити у методику навчання квантової фізики поняття сингулярності мікрочастинок, їх постійної пульсацію. Відома формула  $W = c^2 \cdot m$  у застосуванні до явища дефекту маси за поділу ядра урану набуває змісту взаємного перетворення зміни маси і енергії у  $\gamma$ -випромінюванні. Тобто, формула набуває вигляду  $\Delta W = c^2 \cdot \Delta m$ , що означає зміну енергії при відповідній зміні маси тіла. Очевидно, що таке саме тлумачення можна застосувати і до фотона. Виникає логічне запитання: чому частинка, яка рухається, одночасно є хвилею?

Згідно з гіпотезою Планка, світло – потік фотонів-частинок, що коливаються, а з рівнянь Максвелла випливає, що відбуваються коливання векторів  $\vec{E}$  і  $\vec{H}$  електричного і магнітного полів, причому коливання векторів  $\vec{E}$  і  $\vec{H}$  відбувається в однаковій фазі, тому енергія електричного і магнітного полів не може одночасно і взаємно перетворюватись. Виникає логічний висновок, що енергія перетворюється у масу, тобто зміна енергії в електромагнітній хвилі супроводжується зміною маси фотона  $\Delta W = c^2 \cdot \Delta m$ . Таким чином, електромагнітна хвиля являє собою потік частинок-фотонів, у яких відбувається коливальний процес перетворення енергії в масу  $\Delta W \rightarrow \Delta m$  і навпаки. Прискорена частинка знаходиться в коливальному стані, коли відбувається пульсація маси. Наочно це пояснення можна зобразити у наступний спосіб. Зміни векторів напруженостей магнітного  $\vec{H}$  та електричного  $\vec{E}$  полів електромагнітної хвилі (рис. 1), відповідають в якісному представленні коливання маси  $m$  та енергії  $W$ .

Виходячи з цих позицій, світло вважається квантовим електромагнітним процесом, який проявляє хвильові або корпускулярні властивості в залежності від експериментальної ситуації. У такій ситуації корпускулярно-хвильовий дуалізм набуває нового фізичного змісту. Це поняття стає доступним для розуміння. Суперечливість поведінки світла є наслідком наших обмежених можливостей опису природних явищ. Подолання цих труднощів призводить до якісно нового рівня розуміння суті процесів у навколишньому світі, до вироблення нового стилю мислення. Головними відмінними

ознаками цього мислення є доповнення протилежних властивостей фізичних об'єктів та імовірнісний характер фізичних законів.

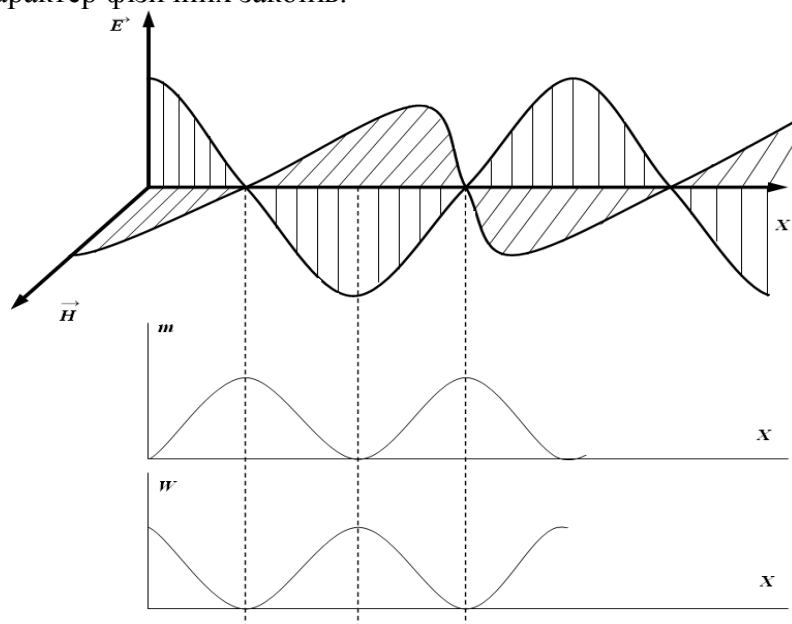


Рис. 1. Схематичні графіки коливань маси та енергії фотона при зміні напруженостей магнітного та електричного полів.

За визначеного вище підходу наскрізні поняття маса, енергія, корпускулярні, хвильові властивості набувають значимості загальнонаукових. Нові ідеї знайшли підтвердження і при дослідженні властивостей мікрочастинок, зокрема електронів.

Відомо, що у 1924 р. французький фізик Л. де Бройль припустив, що всі частинки речовини, подібно до світла, мають хвильові властивості. Перше дослідне підтвердження гіпотези де Бройля було отримано в 1927 р. у дослідах американських дослідників Девіссона і Джермера, які вивчали розсіювання електронів на монокристалі нікелю. Ця обставина змушує змінити сформовані уявлення про навколишній фізичний світ. У традиційному розумінні модель корпускули, частинки, за допомогою якої в класичній фізиці описували рух макроскопічних тіл, має на увазі локалізацію цих тіл в просторі. Тоді координати частинки та її швидкість можуть бути визначені одночасно в будь-який момент часу. Однак експерименти дифракції електронів руйнують ці уявлення, так як неможливо уявити проходження електрона через дві щілини одразу, як це впливає з результатів таких експериментів. Перехід на мову класичного хвильового опису поведінки електрона також мало що дає, тому що електрон у всіх експериментах реєструється завжди цілком, і всі спроби визначити, через яку щілину в досліді з дифракції проходить такий електрон, закінчуються невдачею. Ми пропонуємо відмовитись від класичних моделей хвилі або частинки при описі властивостей мікрооб'єктів. З точки зору такого підходу електрон, фотон або інший мікрооб'єкт є пульсуючою сингулярною частинкою, яку ми описали вище. Тоді стає зрозумілою картина інтерференції світла через подвійну щілину Юнга. За такого підходу поняття сингулярності набуває наскрізного характеру.

Дані ідеї вперше сформулював і обґрунтував В. Гейзенберг у принципі невизначеності. Мікрооб'єкти представляють собою квантові утворення, поведінку яких можна описати за допомогою хвильової функції. Інтенсивність хвильової функції пропорційна ймовірності знайти частинку в певній області простору в певний момент часу. З точки зору ідеї про коливальний процес взаємоперетворення енергії  $\Delta W$  в масу  $\Delta m$  і навпаки, співвідношення невизначеностей Гейзенберга набуває наступного фізичного змісту: точне визначення координати мікрочастинки неможливе тому, що

воно пов'язане з динамічною складовою маси частинки, яка перебуває в коливальному стані, і ця маса розосереджена у часі та просторі. Тобто за таких умов точної координати частинки просто не існує. Довів це вперше І.Є. Тамм.

Пропонований нами імовірнісний підхід до опису поведінки мікрооб'єктів відкриває шлях до усвідомленого вивчення мікросвіту. Вивчення мікросвіту йде двома напрямками. Один напрям – дозволяє простежити структурні рівні від атома до макротіла: атом – молекула – речовина – макротіла, інший – від атома до фундаментальних частинок: атом – ядро – елементарні частинки – фундаментальні частинки. Результатом такого розгляду є Стандартна модель, в основі якої лежать уявлення про те, що основою навколишнього світу є фундаментальні частинки, що беруть участь у фундаментальних взаємодіях. Фундаментальні частинки діляться на частинки – учасники взаємодій і частинки – носії взаємодій.

Розглянемо деякі схеми сучасної класифікації елементарних частинок, які базуються на статистично-імовірнісному підході. До учасників взаємодій відносяться три покоління лептонів і кварків. Всі вони є частинками з напівбілим спіном, тобто ферміонами. Кожному лептону відповідає свій антилептон; кожен кварк відповідного аромату може перебувати в трьох станах, що відрізняються своїм кольором. Кожному з вісімнадцяти різноколірних і різноароматних кварків відповідає антикварк. Таким чином, група учасників взаємодій включає 48 різних частинок, які й утворюють фундаментальні частинки – будівельні «елементи» природи. Взаємодія між цими частинками здійснюється іншими частинками – переносниками взаємодій. Всі носії взаємодій – частинки з цілим спіном, тобто відносяться до бозонів. Розширимо поняття сингулярності частинок на процеси взаємоперетворення.

Гравітаційна взаємодія забезпечується за рахунок обміну гравітоном- частинкою, що є квантом гравітаційного поля випромінювання. Гравітон поки ще не відкрито. Аналізувати його з точки зору сингулярності складно.

Таким чином, методика вивчення поняття корпускулярно-хвильового дуалізму матерії, її подвійної природи та статистичного характеру, а, відповідно, і динамічного характеру розвитку спрямована в учнів на формування основних уявлень про квантово-польову картину світу, де:

- «елементи» світу: частинки – учасники взаємодій, частинки – носії взаємодій;
- фізичні взаємодії: фундаментальні взаємодії – гравітаційна, слабка, електромагнітна, сильна, з перспективою на їх об'єднання;
- фізичні закони, корпускулярно-хвильовий дуалізм, квантово-механічний опис станів мікрочастинок, співвідношення невизначеностей Гейзенберга, постулати Бора, аксіоми термодинаміки;
- до фізичних систем відносяться: елементарні частинки, ядра, атоми, молекули, речовини, макротіла; - квантові процеси та явища охоплюють теплове випромінювання, фотоэффект, рентгенівське випромінювання, катодні промені, дифракція електронів, радіоактивність, люмінесценція, теплова рівновага;
- світ, створюється людиною (теплові двигуни, лазер, ядерні реактори, люмінесцентні лампи, твердотільні прилади тощо);
- фізична картина світу носить динамічний характер, уявлення про навколишній світ та наукові знання не є статичними, вони постійно розвиваються в напрямку уточнення і розширення.

**Висновки:** За такого підходу на заключному етапі вивчення ШКФ поняття корпускулярно-хвильового дуалізму матерії та її статистичної природи набуває особливого змісту. Тут на перший план виходить загальнонаукова та світоглядна функція цих понять. Дане положення реалізується через Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: «Фізичний компонент забезпечує усвідомлення учнями основ фізичної науки, засвоєння ними основних фізичних понять і законів, наукового світогляду і стилю мислення, розвиток здатності пояснювати природні явища

і процеси та застосовувати здобуті знання під час розв'язання фізичних задач, удосконалення досвіду провадження експериментальної діяльності, формування ставлення до фізичної картини світу, оцінювання ролі знань фізики в житті людини і суспільному розвитку» [21]. Ці завдання вкладаються в мету заключних узагальнюючих уроків фізики щодо методологічної ролі фізики та її світоглядного значення.

Методологічна роль фізики проявляється у евристичних принципах, сформульованих для пояснення фізичних законів, процесів, явищ і які набули загальнонаукового та філософського значення. До їхнього числа відносять принципи причинності, відносності, збереження, інваріантності, додатковості, відповідності, невизначеності, найменшої дії, симетрії тощо.

Розкриття світоглядного значення фізики доцільно розкривати на прикладі гуманістичних, екологічних та історичних аспектів впливу фізики на оточуючий світ та людську цивілізацію, що дозволить реалізувати якісний розвиток фізичної компоненти у випускника школи відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти.

У зв'язку вищевикладеним ми вважаємо **перспективою подальшого розвитку** впровадження цього матеріалу у ШКФ, включення його у шкільні підручники та проведення подальших досліджень з даної теми.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Садовий М.І. Становлення та розвиток фундаментальних ідей дискретності та неперервності у курсі фізики середньої школи. – Кіровоград: Прінт-Імідж, 2001. 396 с.
2. Бар'яхтар В.Г. Фізика: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл./ В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова, О.О. Кірюхіна. – Харків: Ранок, 2017. – 272 с.
3. Трифонова О.М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики. Дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)» / О.М.Трифопова. – Кіровоград, 2008. – 517 с.
4. Засекіна Т.М. Фізика для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням фізики: підруч. для 9 кл. загальноосв. навч. закладів / Т.М. Засекіна, Д.О. Засекін. – К.: УОВЦ «Оріон», 2017. – 272 с.
5. Сиротюк В.Д. Фізика: підруч. для 9-го кл. загальноосвіт. навч. закл. / В.Д. Сиротюк. – Київ: Генеза, 2017. – 248 с.
6. Бар'яхтар В.Г. Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень: Підручник для загальноосвіт. навч. закл. / В.Г. Бар'яхтар, Ф.Я. Божинова, М.М. Кірюхін, О.О. Кірюхіна. – Харків: Ранок, 2011. – 320 с.
7. Засекіна Т.М. Фізика: Підручник для 11 кл. загальноосв. навч. закл.: академічний рівень, профільний рівень / Т.М. Засекіна, Д.О. Засекін. – Харків: Сиція, 2011. – 336 с.
8. Коршак Є.В. Фізика: 11 клас: підручник для загальноосв. навч. закл.: рівень стандарту / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.: Генеза, 2011. – 256 с.
9. Сиротюк В.Д. Фізика: Підручник для 11 кл.: рівень стандарту / В.Д. Сиротюк, В.І. Баштовий. – Харків: Сиція, 2011. – 304 с.
10. Дробін А.А. Формування фізичних понять у школярів на основі статистичного та імовірнісного підходів: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Дробін Андрій Анатолійович; Кіровоград. держ. пед. ун-т ім. Володимира Винниченка. – Кіровоград, 2012. – 325 с.
11. Дробін А.А. Методика вивчення корпускулярно-хвильового дуалізму матерії у шкільному курсі фізики / А.А. Дробін // Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2011. – Вип. 1. – С. 39-46.
12. Бор Н. Избранные научные труды: в 2 т. / Н. Бор. – М.: Наука, 1970. – Т.2. – 675 с.
13. Де Бройль Л. Соотношения неопределенностей Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. Учебное пособие. (С критическими замечаниями автора) / Л.Де Бройль. – М.: Мир, 1986. – 344 с.
14. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое / В. Гейзенберг. – М.: Наука, 1989. – 400 с.
15. Шредингер Э. Избранные труды по квантовой механике / Э. Шредингер. – М.: Наука, 1976. – 422 с.
16. Тамм И.Е. Собрание научных трудов: В 2 т. – М.: Наука, 1975. – Т.1. – 460 с.
17. Дирак П. Принципы квантовой механики / П. Дирак. – М.: Мир, 1979. – 481 с.
18. Эйнштейн А. Собрание научных трудов: в 4 т. / А. Эйнштейн. – М.: Наука, 1967. – Т.4. Статьи, рецензии, письма. Эволюция физики. – 632 с.
19. Хокинг С. Краткая история времени. От большого взрыва до черных дыр / С. Хокинг. – СПб.: Амфора, 2004. – 268 с.
20. Вайнберг С. Гравитация и космология. Принципы и приложения общей теории относительности / С. Вайнберг. – М.: Мир, 1975. – 699 с.
21. Постанова КМУ від 23.11.2011 р. №1392 «Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти»: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#n9>

**Drobin Andrii***The Kirovohrad Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education named after Vasyl Sukhomlynsky*  
**GENERALIZATION OF CONTENT OF THE CONCEPT OF CORPUSCULAR WAVE DUALISM IN A  
SCHOOL COURSE OF PHYSICS**

The article is devoted to the consideration of one of the most relevant, modern, important and fundamental concepts of physical science and the school course of physics, which has a cross-view worldview character - corpuscular-wave dualism of matter. The article analyzes the state and stages of the development of the concept of the dual nature of matter in physical science at the time of origin, approval, experimental verification and perception of universally recognized quantum scientific theories. The dynamics of development and the level of introduction of the dual nature of matter into the school course of physics by the example of the availability of materials on the duality of matter in modern school textbooks for different levels of studying physics corresponding to the updated curricula and the state standard of basic and complete general secondary education were also analyzed. The fact of the lack of dynamics and progress in the development of the material of the school course of physics in terms of the concept of the dual nature of matter is established. This fact is based on the conclusions that the educational physical material has stopped considering only the dual nature of light, as electromagnetic radiation. In connection with this, the updating and updating of the concept of the dual nature of matter by interpolation to other fundamental physical interactions (weak, strong, gravitational) is not carried out in the school course of physics. The necessity of expanding the educational material on physics in the part of the dual nature of matter for all fundamental physical interactions - strong, weak, gravitational, and not only electromagnetic - is substantiated in the article. In this connection, the methodical principles of the study of the principle of particle-wave duality of matter in the school course of physics of all levels on the basis of universally recognized scientific ideas are proposed: the principle of complementarity, the probabilistic nature of the behavior of microobjects, modern atomism, the concept of a particle as a singular pulsating object. The article also shows the place of the proposed changes in the teaching material of the school course of physics, the likely effect of their application, the corresponding conclusions are drawn and the prospects for further research on this topic are outlined.

**Keywords:** school physics course, physics teaching technique, corpuscular-wave dualism, dual nature of matter, statistical, singularity.

**Дробин Андрей**

Кировоградский областной институт последипломного педагогического образования имени Василия  
Сухомлинского

**ОБОБЩЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОНЯТИЯ КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОГО ДУАЛИЗМА В  
ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ**

Статья посвящена рассмотрению одного из важнейших понятий школьного курса физики – корпускулярно-волнового дуализма материи. В статье проанализировано состояние развития данного понятия в физической науке и уровень его внедрения в школьном курсе физики, обоснована необходимость расширения учебного материала по физике в части двойственной природы материи и предложены методические основы обучения принципу корпускулярно-волнового дуализма материи.

**Ключевые слова:** школьный курс физики, методика обучения физике, корпускулярно-волновой дуализм, двойственная природа материи, статистичность, сингулярность.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА:**

**Дробін Андрій Анатолійович** – кандидат педагогічних наук, методист лабораторії природничо-математичних дисциплін Кіровоградського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти імені Василя Сухомлинського.

*Коло наукових інтересів:* дослідження дидактики фізики та історії фізики.

УДК: 539.1; 621.38

**Дьоміна Наталя, Морозов Микола**

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

**МОДЕЛЮВАННЯ КВАНТОРОЗМІРНИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР У  
ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМІ З КУРСУ «ФІЗИЧНІ ОСНОВИ  
СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

Робота присвячена організації імітаційних лабораторних робіт на базі математичного, комп'ютерного моделювання стану електронів у кванторозмірних структурах (у квантових точках) та проходження потенціальних бар'єрів. Лабораторні роботи розроблені для магістрантів спеціальності