

М. І. Шут, Л. Ю. Благодаренко

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

e-mail: kzf@ukr.net

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПУ НАУКОВОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ В ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТАХ

У статті досліджуються питання формування у майбутніх учителів фізики уявлень щодо сучасних проблем квантової фізики. Зроблено акцент на тому, що створення та бурхливий розвиток квантових технологій вимагають ретельного дослідження тих проблем квантової фізики, які нині остаточно не розв'язані. Зазначено, що на сучасному етапі розвитку квантової фізики до основних її проблем, над якими сьогодні працює більшість фахівців у цій галузі, відносяться проблема космологічної сталої, проблема конфайнменту кварків та проблема квантової гравітації. Обґрунтовано, що знання з квантової фізики у певній мірі залишаються для студентів дещо абстрактними, оскільки вони не завжди усвідомлюють можливості їх практичного застосування. Показано, квантова фізика є складною для більшості студентів внаслідок її особливостей та відмінностей від класичної фізики. Констатовано, що однією з найважливіших цілей в навчанні квантової фізики є системне, впродовж вивчення курсу, ознайомлення студентів з можливостями і перспективами квантових технологій, а також теоретичними проблемами квантової фізики, розв'язання яких може перевернути наші уявлення про світобудову.

Ключові слова: квантова фізика, квантові технології, проблема космологічної сталої, проблема конфайнменту кварків, проблема квантової гравітації.

Ефективна реалізація наукового-технологічного розвитку України можлива лише в умовах правильної державної політики, яка має передбачати розвиток фундаментальної науки, зокрема, фізики, та її прикладань. Відповідно, слід розв'язувати задачі щодо розвитку наукового потенціалу країни, який в повній мірі визначає можливості виходу української науки на новий якісний рівень. Україна завжди мала потужну фундаментальну науку і нині теж варта того, щоб на рівних брати участь у глобальному науковому прогресі. Крім того, нам необхідні відкриття і розробки, які дозволять створювати вітчизняну продукцію світового рівня, формувати потужну технологічну та виробничу базу. Очевидно, що головним напрямком стратегії науково-технологічного розвитку України є становлення та підсилення університетської фізичної науки та відповідної інфраструктури. Необхідно створювати сучасні лабораторії, забезпечувати їх новітнім обладнанням та кваліфікованими кадрами, відкривати нові можливості для молодих дослідників. Залучення студентів до наукової діяльності, використання нових знань і досягнень фізики в освітній діяльності має стати невід'ємною складовою навчального процесу. Зрозуміло, що для реалізації цих завдань необхідні професійні наукові кадри, у підготовці яких університети мають надати державі повного сприяння. Проте для підготовки таких кадрів необхідна молодь, яка буде у цьому зацікавлена. У свою чергу, зацікавленість визначається рівнем знань, адже саме цей рівень дозволяє молодій людині реалізувати свої ідеї та цілі. Зрозуміло, що займатися дослідженнями у галузі фізики захоче лише той студент, який фізику знає. Тому підвищення рівня фізичної освіти є невідкладним завданням університетів, які готують фахівців за спеціальностями фізичного та технічного спрямування. І в особливій мірі це стосується педагогічних університетів, які відповідальні за підготовку науково-педагогічних кадрів. Тому підвищення наукового рівня дисципліни «Загальна фізика» для майбутніх учителів фізики є важливою педагогічною проблемою, що і зумовлює актуальність поданої статті.

Основи квантової фізики в педагогічних університетах при підготовці майбутніх учителів фізики вивчаються у розділі загальної фізики «Атомна і ядерна фізика». Цей розділ є найбільш специфічним з усіх розділів загальної фізики. Пояснимо нашу позицію. По-перше, даний розділ є останнім в курсі загальної фізики і його метою є не тільки опанування студентами нових знань, але й узагальнення і систематизація тих знань, які вони отримали на попередніх етапах навчання. При цьому особливо важливо те, що при вивченні основ квантової фізики передбачається перехід студентів на якісно новий рівень мислення, який визначається особливостями явищ мікросвіту. Тому у багатьох студентів виникають ускладнення у ході здійснення пізнавальних дій. А це вимагає використання відповідних механізмів регуляції навчальної діяльності, а також наукового обґрунтування співвідношення між змістом курсу та змістом пізнавальних дій студентів. По-друге, для розуміння передумов виникнення квантової теорії матерії студентам необхідно досконало володіти знаннями з попередніх розділів загальної фізики. Адже квантова теорія виникла тому, що в рамках класичної фізики неможливо було пояснити деякі фізичні явища, які спостерігалися експериментально (наприклад, зміна теплоємності твердих тіл при зниженні температури, фотоэффект, розподіл енергії у спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла). По-третє, при вивченні основ квантової фізики від викладача вимагається особлива увага до організації освітнього процесу на основі індивідуальної адаптації до навчальних можливостей студентів та стимулювання їх потенційних можливостей. І особливо важливо це для майбутніх учителів фізики, адже саме їм доведеться в подальшому формувати в учнів уявлення про квантові властивості матерії. Враховуючи рівень знань сучасної молоді з фізики, повну відсутність мотивації до її вивчення, відношення до цієї науки в суспільстві, можна передбачити, що для успішного виконання таких завдань учитель повинен не тільки мати сформований на високому рівні комплекс методичних умінь, але й досконало володіти змістом навчального матеріалу.

I, нарешті, головне. При вивченні основ квантової фізики значну увагу слід приділяти реалізації принципу науковості. Дійсно, останнім часом у науковому пізнанні особливої значущості набувають питання більш глибокого осмислення квантового світу і, що саме головне, нові підходи до розуміння необхідності урахування цих особливостей в теоретичних і експериментальних дослідженнях. Адже незважаючи на видатні досягнення квантової фізики, її висновки і результати залишаються незвичними для нас на відміну від висновків і результатів класичної фізики, хоча насправді вони не суперечать одне одному. Нині квантова фізика виходить на новий етап свого розвитку. Чим він характеризується? Насамперед тим, що сучасна квантова фізика поєднує у собі класичну фізику, квантову інформатику, інженерію. Саме таке поєднання створило найсприятливіші умови для виникнення нових інноваційних технологій. Так, на основі фундаментальних положень квантової фізики вдалося досягти надтекучості не лише у рідкому гелії, але і в інших речовинах, зокрема у твердому гелії, і науковці продовжують використовувати квантові ефекти для дослідження цього явища. Багато дискусій ведеться також по проблемі квантового комп'ютера. Поки що він не створений, але вже у найближчому майбутньому може стати яскравим прикладом прикладних застосувань квантової фізики. Значні успіхи вже зараз має квантова оптика у передачі сигналів по волоконних кабелях за допомогою одиночних фотонів. Одним з цікавих напрямів досліджень у квантовій фізиці є створення компактного пристрою для магніторезонансної терапії в медицині, яким лікар зможе користуватися як апаратом для ультразвукової діагностики, тобто він буде ручним. Завдяки успіхам квантової фізики відкриваються величезні перспективи в технологіях вимірювань слабких сигналів. А це дасть можливість вимірювати слабкі поля, наприклад, поля, що створюються у зв'язку з нейродіяльністю людського мозку.

Таким чином, найближчим часом науково-технічний прогрес буде забезпечуватися трьома прикладними напрямками квантових технологій: обчисленнями, передаванням інформації та вимірюваннями. Сучасна наука стверджує: саме на основі використання квантових технологій можна створити найбільш швидкі, точні та енергозберігаючі пристрої. Як бачимо, в сучасному світі застосування квантової фізики є найважливішими технологічними напрямками, а тому їх можливості мають бути піднесені на ще більш високий рівень. Але для цього з боку держави необхідна підтримка фундаментальної науки взагалі і квантової фізики зокрема. Україна здатна готувати компетентних фахівців у галузі квантової фізики і має не купувати необхідні технології в інших країнах, а створювати їх. Головною умовою успіху на шляху вирішення цього завдання – прискорення процесу переходу від фундаментальної науки до прикладних інновацій. Очевидно, що створення квантових технологій та їх бурхливий розвиток вимагають ретельного дослідження і тих проблем квантової фізики, які нині остаточно не розв'язані. До основних проблем квантової фізики, над якими сьогодні працює більшість фахівців у цій галузі, відносяться проблема космологічної сталої, проблема конфайнменту кварків, проблема квантової гравітації. На сучасному етапі розвитку

квантової фізики розглянуті не всі аспекти зазначених проблем. Але наука не стоїть на місці – вона рухається уперед. Так, у вересні 2015 році було відкрито гравітаційні хвилі, а у квітні 2019 року – одержана перша в історії розвитку астрофізики реальна фотографія чорної дірки. Це важливі кроки у справі розв'язання проблем квантової фізики. Тому вивченню квантової фізики нині має приділятися особлива увага.

Слід відзначити, що в педагогічних університетах квантова фізика вивчається на високому рівні. Але, незважаючи на це, знання з квантової фізики залишаються для студентів дещо абстрактними, оскільки вони не завжди усвідомлюють можливості їх практичного застосування. Крім того, квантова фізика є складною для більшості студентів внаслідок її особливостей та відмінностей від класичної фізики. Тому однією з найважливіших цілей в навчанні квантової фізики є системне, впродовж вивчення курсу, ознайомлення студентів з можливостями і перспективами квантових технологій, а також теоретичними проблемами квантової фізики, розв'язання яких може перевернути наші уявлення про світобудову. Для ефективного досягнення цілей навчання розділу «Атомна і ядерна фізика» необхідно виконати такі завдання:

1. Обґрунтувати значення квантової фізики в становленні сучасних поглядів на фізичну реальність, розкрити роль квантових технологій як основи якісно нового рівня розвитку технологічної сфери.

2. Дослідити основні теоретичні проблеми квантової фізики, розв'язання яких дозволить відповісти на найважливіші питання сучасної світобудови і переглянути фізичну і наукову картини світу.

3. Дослідити експериментальні можливості підтвердження правильності обраних шляхів розв'язання проблем квантової фізики за допомогою найсучасніших технічних систем.

4. Побудувати структуру навчального матеріалу таким чином, щоб вона була адекватною до дослідницького стилю мислення; це забезпечить оптимальні можливості для реалізації активного пізнавального процесу.

5. Розробити навчально-методичне забезпечення для вивчення дисципліни «Атомна і ядерна фізика», використання якого дозволить підвищити науковий рівень знань студентів.

Які шляхи реалізації цього завдання ми пропонуємо? У першу чергу, необхідно переглянути зміст навчальних програм з фізики і доповнити його питаннями, які відображають сучасний стан фізики та досліджень у різних її галузях. Зупинимось більш детально на методичних підходах до підвищення наукового рівня курсу «Атомна і ядерна фізика». Саме при вивченні цього курсу студенти знайомляться з основами квантової механіки – фізичної теорії, яка відкриває своєрідність властивостей і закономірностей мікросвіту, встановлює спосіб опису стану та руху мікрочастинок. Перш за все, студентам слід повідомити, що методи квантової механіки знаходять широке застосування в квантовій електроніці, у фізиці твердого тіла, сучасній хімії. Квантову механіку використовують у фізиці високих енергій, що досліджує будову ядра атома і властивості елементарних частинок. Результати цих досліджень знаходять все більшо-

го застосування у техніці. Достатньо пригадати успіхи квантової теорії твердих тіл, висновки якої покладені в основу створення нових матеріалів із заданими властивостями (магнітними, напівпровідниковими, надпровідниковими тощо), квантових генераторів, ядерних реакторів. Очевидно, що квантова механіка є більш високим ступенем пізнання, ніж класична фізика. Вона встановлює обмеженість багатьох класичних уявлень. Ознайомлення студентів з основами квантової механіки – складна методична задача. Відсутність наочності при вивченні квантово-механічних об'єктів, складність математичного апарату, незвичайність основних ідей і понять квантової механіки створюють певні ускладнення у її розумінні. Але не можна переоцінити важливість основних пізнавальних задач розділу «Атомна і ядерна фізика» – це усвідомлення специфічних законів, що діють у мікросвіті та завершення формування уявлень про будову речовини. Отже, підсумком вивчення основ квантової фізики є становлення у студентів уявлень про квантову картину світу та її особливості.

Ми вважаємо, що починаючи з першої лекції студентів, необхідно знайомити із сучасними проблемами квантової фізики. Студентам слід пояснити, що у квантовій фізиці є три основні невіршені проблеми, якими займаються практично всі вчені з цієї області науки – це проблема космологічної сталої, проблема конфайнменту кварків і проблема квантової гравітації. Квантова механіка і загальна теорія відносності надзвичайно розширили наше поняття фізичного світу. З тріумфом досліджуються нові світи, відкриті за допомогою цих двох теорій. Квантова механіка привела атомну фізику, ядерну фізику, фізику елементарних частинок, фізику конденсованого стану до створення провідників, лазерів, комп'ютерів та до квантової оптики. Загальна теорія відносності, в свою чергу, привела до релятивістської астрофізики, космології, GPS-технологіям і знаходиться нині на шляху до гравітаційно-хвильової астрономії. Далі слід повідомити, що квантова механіка і загальна теорія відносності зруйнували погоджену картину світу, побудовану дорелятивістською класичною фізикою: кожна із них формувалася у припущеннях, які суперечили іншій теорії. Можна навіть сказати, що в науці фізиці сьогодні панують протиріччя і неузгодженості. Студенти мають усвідомити, що нині перед фундаментальною фізикою стоїть важливе завдання – об'єднати те, що відомо про світи з цих двох теорій, і спробувати здійснити їх синтез. Це одна із важливих проблем – а, можливо, найважливіша проблема сучасної фундаментальної фізики. Загальна теорія відносності і квантова механіка розпочали революцію, яка ще досі не закінчилась. Ближче до кінця двадцятого століття увага фізиків-теоретиків сконцентрувалася на проблемі об'єднання нововведень загальної теорії відносності і квантової механіки. Особливу увагу студентів слід звернути на одне з основних питань квантової фізики – як знайти квантову гравітацію, тобто запропонувати квантовий опис гравітаційної взаємодії і об'єднати її з іншими фундаментальними взаємодіями. Ситуація ускладнюється тим, що прямі експерименти в галузі квантової гравітації, через слабкість самих гравітаційних взаємодій, недоступні за допомогою сучасних технологій. У зв'язку з цим, у пошуку правильного формулюван-

ня квантової гравітації доводиться поки що спиратися тільки на теоретичні викладення. Отже, слід акцентувати: нині існують різні думки з приводу квантової гравітації. Підсумовуючи, слід констатувати, що нині існує незліченна кількість підходів до побудови теорії квантової гравітації.

Отже, при вивченні розділу «Атомна і ядерна фізика» студентів необхідно постійно знайомити із сучасними проблемами та досягненнями квантової теорії, що дозволить значно підвищити їх науковий рівень. Особливості вивчення квантової фізики визначаються її місцем в курсі загальної фізики та специфікою навчального матеріалу. Курс «Атомна і ядерна фізика» вивчається останнім в курсі загальної фізики, при цьому з основними фундаментальними положеннями квантової теорії студенти знайомляться вперше. Так, якщо поняття корпускулярно-хвильового дуалізму вводиться при вивченні світлових електромагнітних хвиль, то поняття корпускулярно-хвильового дуалізму матерії подається лише в курсі атомної і ядерної фізики і не завжди є зрозумілим для студентів. А найбільш важким етапом на початку вивчення квантової фізики є для студентів усвідомлення змісту невизначеностей та співвідношення між ними. До цього студенти також не зустрічалися з поняттям дискретності енергії, із властивостями ядра (вони лише знали його структуру), з поняттям кварків і властивостями елементарних частинок. Тому при вивченні атомної і ядерної фізики необхідно застосовувати спеціальні методики, спрямовані на більш ефективне і усвідомлене засвоєння знань. Важливо також відзначити, що сучасна квантова фізика у багатьох аспектах перетинається з філософією. А це означає, що для опанування її основ необхідний високий інтелектуальний рівень, сформованість пізнавальної спрямованості, наявність психологічної установки на подолання пізнавальних ускладнень. Цілком очевидно – ознайомлення студентів із сучасними проблемами квантової фізики забезпечить створення інноваційного освітнього середовища, що сприятиме підвищенню рівня їх домагань у досягненні цілей навчання, прагнення до пояснення та інтерпретації квантових явищ, самостійності у подоланні навчально-пізнавальних проблем. Можна із впевненістю констатувати, що усвідомлені і засвоєні на належному рівні знання з квантової фізики є важливими для формування у студентів не лише сучасної фізичної, але й загальної наукової картини світу, оскільки забезпечують усвідомлення фізичних процесів, які відбуваються на рівні мікросвіту, а, отже, правильне розуміння макроскопічних явищ. Особливого значення знання з квантової фізики набувають нині, на етапі бурхливого розвитку квантових технологій.

Список використаних джерел:

1. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю. Проблеми підготовки компетентного вчителя фізики в рамках реалізації проекту “Нова українська школа”. *Серія: Педагогічні науки*. Бердянськ : БДПУ, 2019. Вип. 3. 453 с.
2. Шут М.І., Благодаренко Л.Ю. Підготовка компетентного вчителя фізики: аспекти сучасного розуміння. *Наукові записки : збірник наукових праць. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький : РВВ КДПУ ім. В.В. Винниченка, 2018. Вип. 11. Ч. 1. С. 142-149.

3. Благодаренко Л.Ю., Ротозей А.О. Висвітлення проблеми квантової гравітації в курсі фізики педагогічних університетів. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі : збірник наукових праць*. Київ : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. Вип. 20. С. 3-8.

M. I. Shut, L. Yu. Blagodarenko

National Pedagogical Drahomanov University

IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLE OF SCIENCE IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF PHYSICS IN PEDAGOGICAL UNIVERSITIES

The article investigates the formation of future physics teachers' ideas about modern problems of quantum physics. Emphasis is placed on the fact that the creation and rapid development of quantum technologies require careful study of those problems of quantum physics that are currently not definitively solved. It is noted that at the present stage of development of quantum physics,

its main problems, which most experts in this field are working on today, include the problem of the cosmological constant, the problem of quark confinement and the problem of quantum gravity. It is substantiated that knowledge of quantum physics to some extent remains somewhat abstract for students, because they are not always aware of the possibilities of their practical application. It is shown that quantum physics is difficult for most students due to its features and differences from classical physics. It is stated that one of the most important goals in teaching quantum physics is to systematically, during the course, acquaint students with the possibilities and prospects of quantum technology, as well as theoretical problems of quantum physics, the solution of which can turn our ideas about the universe.

Key words: quantum physics, quantum technologies, cosmological constant problem, quark confinement problem, quantum gravity problem.

Отримано: 30.05.2020