УДК 378.14.015.62

DOI 10.31494/2412-9208-2021-1-2-341-349

SYSTEM APPROACH IN of TEACHING THEORETICAL PHYSICS IN PEDAGOGICAL UNIVERSITY

СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ В ПЕДАГОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Olexandr SHKOLA,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

aleksandrshkola99@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9946-446X>

Berdiansk State Pedagogical
University

✉ 4, Schmidta st., Berdiansk,
Zaporizhzhia region, 71100

Олександр ШКОЛА,

доктор педагогічних наук, доцент

Бердянський державний
педагогічний університет

✉ вул. Шмідта 4, м. Бердянськ,
Запорізька обл., 71100

Original manuscript received: June 23, 2021

Revised manuscript accepted: September 15, 2021

ABSTRACT

The article deals with the theoretical aspects and practical implementation of the system-activity approach in teaching the discipline «Theoretical Physics» at the Pedagogical University within credit and module system of the educational process. In the context of the analysis of problematic issues of fundamental training of pre-service physics teachers, the leading educational task of the theoretical physics course is substantiated: creation of the most complete and holistic ideas about the modern physical view of the world and the content of its fundamental physical theories in the process of forming pre-service physics teachers' professional competence. The main principles, methods and techniques of the author's methods of teaching of the course of theoretical physics at the Pedagogical University on the basis of a student centered approach are highlighted. As a basis for the author's approach to teaching theoretical physics developed educational and methodological complex (on the example of the course «Thermodynamics and Statistical Physics»), which contains a curriculum recommended by the Ministry of Education and Science of Ukraine for lectures, seminars and practical classes, a collection of tests for diagnostics of students' academic achievements (which includes among the obligatory program questions of methodological and ideological nature), syllabus of generalization of knowledge (the content of scientific-theoretical and practical-activity components of professional competence for each semantic module of the discipline is defined and concretized on the basis of structuring of elements of knowledge). It is noted that the study of theoretical physics by pre-service teachers of physics should take into account the principle of interconnection and continuity with the course of general physics, from a single stand, methodically combined with a common idea of forming the most complete and holistic ideas about the modern physical view of the world and its evolution; awareness of the content and structure of fundamental physical theories, their unity, multifunctionality and hierarchy in accordance with certain spatial intervals and interactions.

Key words: theoretical physics, professional competence of physics teacher, educational and methodical complex, activity approach, professional orientation.

Вступ. Основу професіоналізму і конкурентоспроможності майбутніх учителів фізики складає система наукових знань, що формується під час вивчення спеціальних фахових дисциплін, передусім курсів загальної і теоретичної фізики. Відповідно до логічної структури фізичних знань і методів пізнання світу цілеспрямоване і послідовне засвоєння в рамках цих дисциплін основ сучасної фізики сприяє формуванню наукового світогляду і відповідного стилю мислення, що складає основу їх фахової компетентності. Невипадково в навчальному плані підготовки бакалаврів спеціальності 014 Середня освіта (фізика) 2020-2021 рр. в Бердянському державному педагогічному університеті цим дисциплінам серед усіх обов'язкових відведено майже третину всіх навчальних годин. Ураховуючи експериментальний характер курсу загальної фізики та використання в навчанні переважно індуктивного підходу, особливу роль у формуванні фахової компетентності майбутніх учителів набуває курс теоретичної фізики, який завершує їх фундаментальну підготовку в педагогічному університеті. Саме на його засадах розширюються й поглиблюються знання студентів з основ фундаментальних фізичних теорій, формуються найповніші та цілісні уявлення про сучасну фізичну картину світу, методологію наукового пізнання, розвиваються практичні уміння й навички, особистісні якості майбутнього педагога. Вирішення основних завдань курсу теоретичної фізики в педагогічному університеті згідно з нормативними документами передбачає планування та організацію освітнього процесу на принципах студентоцентризму, особистісно орієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів, широкого використання ІКТ, системного і безперервного моніторингу рівня навчальних досягнень студентів.

Разом з тим, аналіз сучасного стану фізичної освіти у вітчизняній вищій педагогічній школі свідчить про наявність проблем, які безпосередньо стосуються викладання зазначених дисциплін і з кожним роком набувають все більшої гостроти. Основними серед них є: а) зниження пізнавального інтересу і рівня базової фізико-математичної підготовки студентів; б) зменшення обсягу аудиторних годин і зміщення акцентів навчального навантаження студентів у бік самостійної роботи в контексті сучасних освітніх реформ; в) послаблення зв'язку освітнього процесу з науково-дослідною роботою студентів; г) зниження якості освітнього процесу в умовах дистанційного і змішаного навчання через пандемію COVID-19. Усе це негативно позначається на рівні фундаментальної підготовки майбутніх педагогів. Як наслідок, маємо труднощі у виконанні одного з найважливіших завдань сучасної загальноосвітньої школи – *формуванні цілісного діалектико-матеріалістичного світогляду молоді*. Така ситуація потребує обов'язкового виправлення і державного контролю, оскільки безпосередньо впливає на соціально-економічний розвиток країни, кадровий потенціал відповідних галузей, світоглядний настрій і загальну культуру суспільства. Підґрунтям розв'язання проблем фахової

підготовки вчителя фізики і, зокрема підвищення рівня його фундаментальної підготовки, є фундаменталізація як основа якості та провідний імператив сучасних освітніх реформ, який передбачає реалізацію таких підходів і методів навчання, що стимулюватимуть їх системну активну пізнавальну діяльність, забезпечуватимуть досягнення освітніх результатів на рівні державних вимог, сприятимуть особистісному і фаховому зростанню. З пасивного споживача знань студент має перетворитися на активного їх творця, оскільки справді фундаментальними є саме особистісні знання. Останнє зумовлює необхідність реалізації в навчанні курсів загальної і теоретичної фізики цілісного системного підходу на основі принципу їх взаємозв'язку і наступності, посилення фахової спрямованості, переходу від інформаційно-репродуктивних до особистісно зорієнтованих, пошуково-креативних схем навчання; розробки і впровадження таких методичних систем навчання дисциплін, що гарантуватимуть досягнення прогнозованих освітніх результатів відповідно до державних нормативних вимог. У зв'язку з цим *метою статті* є висвітлення теоретико-методичних аспектів реалізації авторського системно-діяльнісного підходу до викладання курсу теоретичної фізики в педагогічному університеті.

Методи та методики дослідження: *аналіз* державних нормативних освітніх документів, наукових і навчально-методичних праць, навчальних планів та освітньо-професійних програм підготовки майбутніх учителів фізики; *спостереження, анкетування, тестування, бесіди зі студентами і викладачами* – з метою з'ясування актуальних питань і шляхів розв'язання досліджуваної проблеми; *порівняння та узагальнення* – для систематизації результатів дослідження, формулювання висновків і визначення напрямів подальших наукових розвідок.

Результати та дискусії. Пріоритетними освітніми завданнями курсу теоретичної фізики в педагогічному університеті є: 1) розширення і поглиблення знань студентів з основ фундаментальних фізичних теорій, необхідних для розуміння закономірностей перебігу природних явищ на всіх структурних рівнях організації матерії; 2) оволодіння елементами математичного апарату сучасної фізики і досвідом його застосування у розв'язанні практичних завдань; 3) формування найповніших і цілісних уявлень студентів про сучасну фізичну картину світу та її еволюцію. Цими завданнями зумовлена специфіка викладання навчального курсу в педагогічному ЗВО: він повинен бути оптимально простим у формальному, технічному відношенні, але одночасно глибоким і змістовним ідейно. На перший план висувається зміст і структура фундаментальної фізичної теорії, механізм досліджуваного явища, фізична інтерпретація математичних моделей і висновків теорії. Що стосується типових задач курсу, то їх кількість обмежують, акцентуючи увагу не тільки на кінцевому результаті і шляхах його отримання, але й особливостях розвитку особистості студента, його мислення та професійних якостей (ступінь активності, ініціативності, самостійності, комунікативності).

Досягнення запланованих освітніх результатів залежить від того, яким чином у навчанні теоретичної фізики реалізуються провідні дидактичні принципи педагогіки вищої школи – фундаментальності та професійної спрямованості. Саме вони диктують цілі й завдання курсу, визначають його зміст, структуру і технології навчання; саме їм мають бути підпорядковані кожна лекція, семінарське і практичне заняття. У зв'язку з цим нами розроблено основні положення методики навчання курсу теоретичної фізики в педагогічному університеті на засадах особистісно зорієнтованого системно-діяльнісного підходу:

- методологічна переорієнтація цілей навчання з інформаційних аспектів на всебічний розвиток особистості майбутнього вчителя фізики, засвоєння ним основ сучасної фізичної науки у формі особистісного знання і досвіду практичної діяльності;

- виявлення в змісті навчальної дисципліни інваріантного ядра та його головних змістових ліній (предметної, світоглядної, методологічної), що забезпечують основу їх фундаментальної підготовки і фахової компетентності з урахуванням принципу взаємозв'язку і наступності з курсом загальної фізики;

- застосування активних методів і прийомів навчання, що стимулюватимуть системну пізнавальну аудиторну і позааудиторну роботу студентів з усвідомлення змісту і структури фундаментальних фізичних теорій, засвоєння понятійного і математичного апаратів, методології наукового пізнання, набуття досвіду самостійної практичної діяльності;

- фахове спрямування освітнього процесу, що передбачає глибоке усвідомлення студентами змісту шкільної фізики з позицій сучасної теоретичної фізики шляхом добору творчих завдань фахового спрямування для всіх видів аудиторних занять;

- введення до змісту інформації стосовно рівня сучасних науково-технічних досягнень, історії світової та вітчизняної фізики, екологічних питань з метою поліпшення якості підготовки майбутніх учителів до реалізації міжпредметних зв'язків, патріотичного та екологічного виховання школярів;

- запровадження системного й безперервного моніторингу рівня навчальних досягнень студентів на основі модульно-рейтингової організації освітнього процесу.

Основою авторського підходу до навчання теоретичної фізики є розроблений навчально-методичний комплекс (на прикладі курсу «Термодинаміка і статистична фізика», рис. 1), який апробовано і впроваджено у підготовку майбутніх учителів фізики низки педагогічних університетів України. Його зміст складає:

- 1) *робоча програма*, що містить усі необхідні складові нормативних освітніх документів подібного типу: предмет, мету, основні завдання, міждисциплінарні зв'язки, системоутворюючі елементи, інформаційний обсяг змістових модулів за основними розділами курсу, рекомендовану літературу, форми контролю та засоби діагностики успішності навчання студентів. Особливу увагу звернено проєктуванню основних змістових

ліній (предметної, світоглядної, методологічної), навколо яких об'єднується навчальний матеріал; забезпеченню цілісності, варіативності, єдності змістовної та процесуальної компонентів, взаємозв'язку й наступності з курсом загальної фізики; реалізації розвивального й виховного потенціалів навчальної дисципліни;

Рис. 1. Навчально-методичний комплекс з дисципліни «Теоретична фізика» (на прикладі курсу «Термодинаміка і статистична фізика»)

2) навчально-методичний посібник до лекційних занять з грифом МОН України, структура і зміст якого відповідають вимогам організації повноцінної аудиторної та самостійної роботи студентів в умовах кредитно-трансферної системи навчання. У своїй практиці ми намагаємося не перетворювати лекцію на монолог з передачею готових знань; вважаємо, що викладач обов'язково має підтримувати з аудиторією постійний зворотній зв'язок, створювати доброзичливу робочу атмосферу, спрямовану на пізнання нової навчальної інформації та розв'язання мотивованих професійно спрямованих завдань. Доцільно, на нашу думку, як підготовку до чергової лекції пропонувати студентам одне-два якісних/проблемних запитання, умови яких оголошуємо наперед. Це примушує їх включатися в самостійну роботу над матеріалом, опрацювання додаткової літератури. Зазначимо, що якщо у студента на лекції або у процесі самостійного навчання виникають питання, це означає, що він починає думати. Приклади якісних запитань до перших змістових модулів курсу «Термодинаміка і статистична фізика», які ми використовуємо під час лекційних занять, наведено нижче:

Змістові модулі №1-2. Основні поняття, закони та методи термодинаміки.

- У чому полягає фізична сутність першого закону термодинаміки та понять, які до нього входять? Яким чином можна збільшити ККД теплової машини? Чому цикл Карно вважають ідеальним? Для яких процесів він справедливий?

- Що спільного і чим різняться ентропія та внутрішня енергія системи як параметри її стану? Вода чи пара має більшу ентропію?

- Коли настане «теплова смерть Всесвіту»? Чи можна вважати другий закон термодинаміки абсолютним законом природи? У чому його обмеженість?

- Як можна отримати абсолютну шкалу температур? Чому не можна досягнути абсолютний нуль температур? За яких умов реалізуються від'ємні температури?

3) *навчально-методичний посібник до семінарських і практичних занять* з грифом МОН України, що містить близько 500 задач і запитань з усіх змістових модулів курсу, які мають досить широкий діапазон рівня складності. До кожної теми наведено короткі теоретичні відомості та приклади розв'язання типових задач. Відповіді до складних задач супроводжуються вказівками і розв'язаннями. Обсяг відповідей становить майже третину збірника, тому він може використовуватися викладачами теоретичної фізики як методичний матеріал, а також студентами під час самостійної роботи. У ході практичних занять особливу увагу звертаємо таким формам і прийомам роботи зі студентами: а) колективне обговорення результатів виконання домашньої роботи; б) перевірка теоретичної підготовки з теми заняття (усне опитування, фізичний диктант, експрес-тестування); в) колективне і самостійне розв'язання задач з рефлексією пізнавальних дій студентів. Як свідчить досвід, найбільш ефективним є розв'язання задач, що сприяють створенню та колективному вирішенню проблемної ситуації. Приклади таких задач наведено нижче:

- Як змінювався об'єм газу при нагріванні під час процесу, зображеного на діаграмі (P, T) рис. 2а?

- Оцінити ширину ΔE та відносну ширину δ_E КРГ;
- У якому з двох колових процесів (рис. 2б) газ виконує більшу роботу?

- На діаграмі (S, T) (рис. 2в) ідеальний газ (замкнена система) знаходиться у початковому стані A . У які стани газ може перейти самовільно?

рис. 2

4) *збірник питань і тестових завдань* для контролю й оцінки рівня навчальних досягнень студентів, що містить серед обов'язкових програмних питання методологічного і світоглядного характеру. Збірник можна використовувати як під час аудиторних занять, так і в процесі самоконтролю й самооцінки. Окремі приклади цих завдань наведено нижче:

- встановити відповідність між елементами колоноки таблиці:

1. Однорідність часу.	А. Закон збереження імпульсу.
2. Однорідність простору.	Б. Закон збереження енергії.
3. Ізотропність простору.	В. Закон збереження моменту імпульсу.

- висловлення гіпотези в структурі наукового пізнання – це початок ...
 - 1) математичного аналізу проблеми;
 - 2) теоретичного рівня пізнання;
 - 3) уявного експерименту;
 - 4) емпіричного узагальнення фактів.
- аналіз, синтез, індукція, дедукція, моделювання відносять до ... методів пізнання:
 - 1) логічних;
 - 2) загальнонаукових;
 - 3) емпіричних;
 - 4) теоретичних.

• встановити відповідність між фізичними картинами світу, їх основними принципами та авторами-засновниками: ...

5) *навчально-методичний посібник, призначений для узагальнення знань студентів з курсу теоретичної фізики*, в якому на основі структурування елементів знань визначено і конкретизовано зміст науково-теоретичної і практично-діяльнісної складових фахової компетентності студентів для кожного змістового модуля. Програма має вигляд таблиці, де відповідно представлено навчальний матеріал окремим тем, що підлягає засвоєнню та узагальненню (перелік фізичних понять, величин, явищ, ефектів, методів, дослідів, моделей, законів, принципів, постулатів, теорем, рівнянь) та відповідні їм теоретичні і практичні завдання, які студенти мають опанувати під керівництвом викладача і самостійно. Представлені в такому вигляді узагальнення дозволяють відмежувати основний навчальний матеріал, що має найбільш важливе професійно-педагогічне значення, від допоміжного та представити його як певну систему, чим забезпечується цілісність і дієвість знань студентів на довготривалу перспективу.

Власний педагогічний досвід свідчить: якість освітнього процесу з теоретичної фізики значною мірою залежить від застосування активних методів і прийомів навчання, які максимально спонукають студентів до систематичної активної мисленевої діяльності, формують культуру розумової праці і самостійних практичних дій. Основними серед них є: 1) постійний зв'язок на лекціях з аудиторією, обговорення пропонуваного заздалегідь якісних проблемних питань до кожної теми курсу; 2) різноманітність методів і прийомів роботи на практичних і семінарських заняттях (усне опитування, фізичний диктант, експрес-тестування; колективне і самостійне розв'язування задач різного типу; методичні прийоми «Мозкова атака», «Знайди помилку», «Нове у відомому» та ін.; рефлексія пізнавальних дій); 3) систематичне розв'язування задач, виділення основних елементів знань (наукові факти, фізичні поняття, принципи, закони, розподіли) та структурування навчального матеріалу (складання плану, тез, опорного конспекту, структурно-логічних схем) у ході самостійної роботи студентів; 4) реалізація у навчанні принципу історизму та зв'язку зі шкільним курсом фізики; 5) застосування елементів інтерактивних технологій навчання

(навчальні дискусії, круглі столи, робота в малих групах); 6) використання програмно-педагогічних засобів різного дидактичного призначення (демонстраційні, моделювальні, контрольні); 7) системний і безперервний моніторинг результатів аудиторної і позааудиторної роботи студентів; 8) залучення студентів до науково-дослідної роботи (проблемні групи, олімпіади, конференції і семінари, наукові публікації). У результаті застосування системно-діяльнісного підходу студент повинен навчитися осмислено і самостійно працювати спочатку з навчальним матеріалом курсу, потім з науковою інформацією і надалі шляхом самоосвіти, самоорганізації й самоконтролю безперервно підвищувати рівень своєї фундаментальної та професійної підготовки.

Висновки. Проблема підвищення рівня фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики в сучасних умовах потребує реалізації цілеспрямованого і послідовного методичного підходу до викладання курсів загальної і теоретичної фізики, запровадження таких організаційних форм, методів і прийомів навчання, що забезпечуватимуть якісне засвоєння навчальної інформації, стимулюватимуть їх системну активну пізнавальну діяльність, особистісне і фахове зростання. Ефективність останнього залежить від належної організації освітнього процесу та запровадження в якості інформаційної моделі навчально-методичних комплексів з цих дисциплін, створених на єдиній методологічній основі і поєднаних спільною ідеєю щодо формування у майбутніх педагогів найповніших і цілісних уявлень про сучасну фізичну картину світу та її еволюцію; усвідомлення змісту і структури фундаментальних фізичних теорій, їх єдності, багатофункціональності та ієрархічності відповідно до певних просторових інтервалів і взаємодій. Перспективи дослідження вбачаємо у розробці засобів системної і неперервної діагностики формування предметної, світоглядної і методологічної складових фахової компетентності майбутніх учителів фізики за результатами навчання курсів загальної і теоретичної фізики, що свідчатиме про відповідність рівня їх фундаментальної підготовки державним нормативним вимогам.

Література

Теоретична фізика. Програма навчальної дисципліни підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" напряму 6.040203 Фізика* для студентів вищих педагогічних закладів освіти : навч. видання / [уклад. М.І.Шут, О.В.Школа]. Бердянськ : БДПУ, 2014. 70 с.

Школа О.В. Теоретико-методичні засади навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики : монографія. Бердянськ : Видавець О.Ткачук, 2015. 381 с.

Школа О.В. Навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики крізь призму особистісно зорієнтованого підходу. Innovative approaches to ensuring the quality of education, scientific research and technological processes Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts, Katowice School of Technology : Monograph 43. Publishing House of University of Technology, Katowice, 2021. С. 404-410.

Школа О.В. Навчальна програма узагальнення знань студентів з теоретичної фізики. Бердянськ : БДПУ, 2021. 83 с.

References

Shut, M.I., Shkola, O.V. (ed.) (2014). Teoretychna fizyka. Prohrama navchalnoi dystsypliny pidhotovky fakhivtsiv osvithno-kvalifikatsiinoho rivnia «bakalavr» napriamu 6.040203 Fizyka* dlia studentiv vyshchyykh pedahohichnykh zakladiv osvity : navch. vydannia. Berdiansk : BDPU. 70 s.

Shkola, O.V. (2015). Teoretyko-metodychni zasady navchannia teoretychnoi fizyky maibutnikh uchyteliv fizyky : monohrafiia. Berdiansk : Vydavets O.Tkachuk. 381 s.

Shkola, O.V. (2021). Navchannia teoretychnoi fizyky maibutnikh uchyteliv fizyky kriz pryzmu osobystisno zoriientovanoho pidkhodu. Innovative approaches to ensuring the quality of education, scientific research and technological processes Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and Applied Arts, Katowice School of Technology : Monograph 43. Publishing House of University of Technology, Katowice. S. 404-410.

Shkola, O.V. (2021). Navchalna prohrama uzahalnennia znan studentiv z teoretychnoi fizyky. Berdiansk : BDPU. 83 s.

АНОТАЦІЯ

У статті розглядаються теоретичні аспекти та практична реалізація системно-діяльнісного підходу у викладанні навчальної дисципліни «Теоретична фізика» в педагогічному університеті в умовах кредитно-трансферної системи організації освітнього процесу. У контексті аналізу проблемних питань фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики обґрунтовано провідне освітнє завдання курсу теоретичної фізики: створення найповніших і цілісних уявлень про сучасну фізичну картину світу та зміст її фундаментальних фізичних теорій має сприяти розвитку особистості майбутнього вчителя фізики, носити діяльнісний характер та бути органічно включено в процес формування його фахової компетентності. Висвітлено основні положення, методи і прийоми авторської методики навчання курсу теоретичної фізики в педагогічному університеті на засадах особистісно зорієнтованого, системно-діяльнісного підходу. Основою авторського підходу до навчання теоретичної фізики є розроблений навчально-методичний комплекс (на прикладі курсу «Термодинаміка і статистична фізика»), що містить робочу програму, рекомендовані МОН України навчально-методичні посібники до лекційних, семінарських і практичних занять, збірник тестових завдань для діагностики навчальних досягнень студентів (містить серед обов'язкових програмних питань методологічного і світоглядного характеру), навчальну програму узагальнення знань, у якій на основі структурування елементів знань визначено й конкретизовано зміст науково-теоретичної та практично-діяльнісної складових фахової компетентності для кожного змістового модуля дисципліни. Зазначено, що вивчення майбутніми вчителями фізики теоретичної фізики має відбуватися з урахуванням принципу взаємозв'язку і наступності з курсом загальної фізики, з єдиних позицій, методично поєднаних спільною ідеєю щодо формування найповніших і цілісних уявлень про сучасну фізичну картину світу та її еволюцію; усвідомлення змісту і структури фундаментальних фізичних теорій, їх єдності, багатofункціональності та ієрархічності відповідно до певних просторових інтервалів і взаємодій.

Ключові слова: *теоретична фізика, фахова компетентність учителя фізики, навчально-методичний комплекс, діяльнісний підхід, професійна спрямованість.*