

УДК 378.147.091:[303.052+530.1]

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Наталія Подопригора

*Кіровоградський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка*

Анотація. Стаття присвячена дослідженню процесу формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики майбутніх учителів і викладачів фізики на засадах системного підходу з метою обґрунтованого вибору адекватних методологічних засад розроблення методичної системи навчання теоретичної фізики в педагогічних університетах. Застосування системного підходу до аналізу процесу формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики дає підстави розглядати його системним об'єктом, який володіє більшістю системних ознак (компонентним складом, структурою, інтегративною якістю, функціональними характеристиками, цілеспрямованістю, комунікативними властивостями, управлінням тощо). Обґрунтовується, що процес формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики майбутніх учителів і викладачів фізики має відбуватися у відповідній системі, яка належить до класу гнучких, відкритих і динамічних методичних систем навчання.

Ключові слова: *системний підхід, фахова компетентність, методична система навчання, теоретична фізика, майбутні вчителі та викладачі фізики.*

Наталья Подопригора

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
ОБУЧЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ

Аннотация. Статья посвящена исследованию процесса формирования и развития профессиональной компетентности по теоретической физике будущих учителей и преподавателей физики на основе системного подхода с целью обоснованного выбора соответствующих методологических основ для разработки методической системы обучения теоретической физики в педагогических университетах. Применение системного подхода к анализу процесса формирования и развития профессиональной компетентности по теоретической физике дает основания рассматривать его системным объектом, который обладает большинством системных признаков (компонентным составом, структурой, интегративным качеством, функциональными характеристиками, целеустремленностью, коммуникативными свойствами, управлением и т.д.). Обосновывается, что процесс формирования и развития профессиональной компетентности по теоретической физике будущих учителей и преподавателей физики должно происходить в соответствующей системе, которая относится к классу гибких, открытых и динамичных методических систем обучения.

Ключевые слова: системный подход, профессиональная компетентность, методическая система обучения, теоретическая физика, будущие учителя и преподаватели физики.

Natalia Podoprygora

**SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL
SYSTEM OF TRAINING OF THEORETICAL PHYSICS**

Abstract. The article investigates the process of formation and development of professional competence in theoretical physics teachers and future teachers of physics based on a systematic approach for the purpose of informed choice appropriate methodological principles of developing methodological training system of theoretical physics at pedagogical universities. Educational system,

among which family, school, teaching staff, teaching university, educational process, belongs to a class of social systems that require special methods of investigation of their operation. Unlike traditional objective approach, provides for the formation of objective mediator, supporting the interaction between the researcher and sources through the description of the subject area for a class of problems in terms of definitions, data structures, methods of solving problems, a systematic approach is modernized area of special scientific knowledge and social practices. The systems approach requires a special attitude to educational facilities and aimed at disclosing their integrity, their detection in various types of communication and bringing them into a single theoretical picture. The theoretical basis of the system approach sufficiently grounded in educational research that allows us to examine the formation and development of professional competence of future specialists in the study of theoretical physics as a system object, first, to clarify its main features belonging to class education system Secondly, for a reasonable choice of adequate methodological principles of developing methodological training system of theoretical physics at pedagogical universities. Applying a systematic approach to analyze the process of formation and development of professional competence in theoretical physics allows us to consider his system object that has the majority of system features (component composition, structure, an integrated quality, functional performance, commitment, communication features, management, etc.). It is substantiated that the process of formation and development of professional competence in the theoretical physics of future teachers and teachers of physics should take place in the corresponding system, which belongs to the class of flexible, open and dynamic methodical teaching systems.

Key words: *systemic approach, professional competence in theoretical physics, methodical system of training, theoretical physics, future teachers of physics.*

Постановка проблеми. Формування й розвиток спеціальної (фахової) компетентності майбутніх учителів і викладачів фізики в процесі вивчення

теоретичної фізики є складником їхньої професійної підготовки, яка має нелінійну структуру, ієрархічні взаємозв'язки, закономірності функціонування, що потребує адекватного методологічного інструментарію для вивчення такого процесу з погляду розроблення методичної системи навчання теоретичної фізики в педагогічних університетах.

Аналіз досліджень. *Педагогічні системи*, з-поміж яких сім'я, школа, педагогічний колектив, педагогічний університет, навчальний процес, належать до класу *соціальних систем*, що потребує спеціальних методів дослідження їх функціонування. На відміну від традиційного *предметного підходу*, який «...передбачає утворення предметного посередника, підтримуючого взаємодію між дослідником і джерелами через опис предметної галузі для класу задач у дефініціях її понять, структури даних, методів розв'язування задач» [3], системний підхід є осучасненим напрямом спеціального-наукового пізнання та соціальної практики.

Сучасну концепцію системного підходу як самостійного наукового напрямку в психолого-педагогічних дослідженнях створено наприкінці 90-х рр. ХХ ст. Її підґрунтям стали здобутки багатьох учених (О. М. Авер'янова, С. І. Архангельського, В. Г. Афанасьєва, Ю. К. Бабанського, В. П. Беспалька, Б. П. Бітінаса, Б. С. Гершунського, М. А. Данілова, Н. В. Кузьміної, В. С. Лазарева, І. П. Підласого, В. О. Якуніна та ін.). Цю концепцію розвинено також у наукових дослідженнях вітчизняних учених (С. У. Гончаренка, І. А. Зязюна, І. В. Малафіїка, І. М. Предборської та ін.), які сформуvalи сучасне бачення системного підходу в педагогічній науці [5].

Мета статті. Теоретичні засади системного підходу достатньо обґрунтовано в педагогічних дослідженнях, що дає нам підстави розглядати процес формування й розвитку фахової компетентності у навчанні теоретичної фізики як системний об'єкт, по-перше, для з'ясування основних ознак його належності до класу педагогічних систем, по-друге, для

обґрунтованого вибору методологічних засад розроблення методичної системи навчання теоретичної фізики в педагогічних університетах.

Методами дослідження є аналіз і систематизація наукової інформації про системний підхід, який дає змогу описати процес формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики в методичній системі навчання теоретичної фізики в педагогічних університетах.

Виклад основного матеріалу. Виокремлюючи дві основні позиції щодо визначення дефініції «система»: 1) множина елементів разом з відношеннями між ними; 2) цілісність як суттєва ознака системи [4, с. 171], ми враховуємо важливість обох позицій в означенні системи та неспроможність підходу до формулювання цієї дефініції, що спирається лише на першу з них, що зумовлено принциповою розбіжністю між поняттями «множина» та «система». Для множини визначальним є елементи, а для системи генетично первинною є ознака цілісності. Урахування обох аспектів дає змогу виявити *інваріантну ознаку*: система – це взаємодія множини елементів і їх інтеграція в єдине ціле.

Системний об'єкт можна описати математично:

$$\Sigma: \{ \{M\}, \{x\}, F \}, \quad (1)$$

де $\{M\}$ – множина компонентів системи; $\{x\}$ – множина зв'язків і відношень між ними; F – функція (нова інтегративна властивість) системи, яка характеризує її цілісність.

Цілісність означає, що система складається з мінімальної сукупності одиниць, які мають у ній межу подільності, компоненти системи мають володіти *структурною і функціональною специфічністю*. Зокрема, якщо процес формування і розвитку фахової компетентності є множиною компонентів $\{M\}$ охоплює викладача, студента, зміст навчання, а $\{x\}$ – множина зв'язків і відношень між цими компонентами, які реалізуються як методи та прийоми, організаційні форми навчання, а також різні форми і види спілкування між викладачем і студентами, студентів один з одним,

ставлення студентів до змісту й засобів навчання, тоді за *інваріантною ознакою* це означатиме, що кожен компонент системи виконує своє *функціональне призначення* лише в тому разі, якщо взаємодіє з іншими компонентами системи, а F – нова *інтегративна властивість* системи, яку можна отримати, ураховуючи взаємодію між $\{M\}$ і $\{x\}$. З погляду розроблення методичної системи навчання теоретичної фізики такою новою інтегративною властивістю є фахова компетентність з теоретичної фізики.

Системний підхід вимагає особливого ставлення до педагогічних об'єктів і «спрямований на розкриття їх цілісності, виявлення в них різноманітних типів зв'язку та зведення їх у єдину теоретичну картину» [2].

У визначенні структури, властивостей, взаємовідношень, взаємозв'язків і взаємодії компонентів методичної системи на засадах системного підходу ми покладаємося на особливу й внутрішньо єдину дослідницьку позицію І. В. Блауберга, В. М. Садовського та Е. Г. Юдіна щодо теоретичного підґрунтя такого підходу. Учені зазначають, що системний підхід як загальна методологія системних досліджень ґрунтується на принципах *цілісності, ієрархічності, структурованості, множинності та системності* [1].

Принцип *цілісності* дозволяє розглядати систему одночасно як єдине ціле і як підсистему для вищих рівнів, *ієрархічність* – як сукупність компонентів системи (принаймні двох), підпорядкованих між собою за правилом – від нижчого рівня до вищого (або в зворотному порядку), *множинність* дає змогу використовувати різноманітні моделі для опису кожного компонента та всієї системи загалом.

Першим етапом у застосуванні системного підходу до аналізу процесу формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики є виокремлення в ньому системотвірних компонентів. Цей процес ми розглядаємо як окрему підсистему в структурі більш загальної системи – професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики в

педагогічному університеті.

Утім наявність лише компонентів цього процесу не є основною ознакою його приналежності до систем, він повинен мати й *структуру*, визначені зв'язки і відношення між елементами, які й забезпечують її цілісність і тотожність самій собі. *Спосіб зв'язку* між компонентами *визначає структуру системи*, а зв'язок у системі можна розглядати як взаємодію, за якої зміна одного компонента системи зумовлює зміну інших компонентів. Той компонент, який викликав цю взаємодію, також змінюється. Зв'язки існують між окремими компонентами і між компонентом та всією системою загалом, тому **другим етапом** застосування системного підходу до аналізу процесу формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики як системного об'єкта є визначення структури через з'ясування взаємозв'язків з-поміж його властивостей, ознак і відношень, будови системи.

Будь-яка система має певну структуру – сукупність стійких зв'язків між її компонентами із забезпеченням цілісності й тотожності самій собі, тобто збереженням основних властивостей під час різних зовнішніх і внутрішніх змін. Структура поєднує компоненти цього процесу в єдине ціле – систему – і надає їй внутрішньої форми і порядку. Структуру системи ми розглядаємо як певну композицію взаємозалежних і взаємозумовлених зв'язків, що втримують компоненти системи в межах цілісного утворення, не даючи системі зруйнуватися. Структура процесу формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики не змінюється слідом за його компонентами для цього потрібні зміни, здатні перевести його в інший якісний стан.

Однією з системних ознак цього процесу є наявність у ньому *функціональних характеристик* як єдиного цілого, так і окремих компонентів. Вплив одного компонента на інший в системі загалом супроводжується її переходом з одного стану до іншого з виникненням нових системних якостей, що підтверджує наявність зв'язків взаємодії,

перетворення, функціональних зв'язків, розвитку та управління. Підстави такі: неможливість повної формалізації об'єкта управління; багатокритеріальність управління і нечітке завдання самих критеріїв доцільності; наявність у системах людей, які володіють свободою дії в межах функціонування системи, що створює можливості для загальної теорії прийняття педагогічних рішень.

Між компонентами системи існує значна кількість зв'язків і відношень, тому, на нашу думку, важливе місце з-поміж них посідають *системотвірні зв'язки – системоутворювальний фактор* G , який має враховувати одну або декілька основних функцій системи.

Процесу формування й розвитку фахової компетентності майбутніх учителів і викладачів фізики, окрім особливої структури, зв'язків і відношень між компонентами, характеризується *цілеспрямованістю* на результат – компетентність з теоретичної фізики. Якщо припустити, що цілеспрямованість є визначальною рисою, тоді вона й буде системоутворювальним фактором G й додатковим елементом:

$$\Sigma : \{ \{ M \}, \{ x \}, F, G \} \quad (2)$$

Водночас слід враховувати, що процес формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики взаємодіє з освітнім середовищем, а це позначається не лише на F властивостях системи, але й на основних системоутворювальних факторах G . Отже, застосування системного підходу до аналізу цього процесу пов'язано з визначенням його компонентного складу, взаємозв'язку його властивостей, ознак і відношень, структури, а також із визначенням функціональних залежностей між параметрами, компонентами, або між параметрами і компонентами, або з описом того як він виявляється в освітньо-науковому середовищі, або, як складний комбінований процес.

Взаємодію системи із середовищем визначають її *комунікативні властивості*, які виявляються у двох формах: 1) у взаємодії із зовнішнім

середовищем; 2) у взаємодії аналізованої системи із суб- і суперсистемами, тобто із системами більш низького або вищого порядку.

Середовище впливає на систему, спонукаючи її до постійних змін, однак воно не безпосередньо впливає на показники стану існування системи, оскільки вона зберігає певну автономію, не залежить від зовнішніх впливів, а впливає сама на себе.

Освітньо-наукове середовище ми розглядаємо як простір можливостей, який дає змогу задовольняти освітні потреби, наприклад, науково-дослідницький проект (курсова робота, дипломна робота, магістерська робота та ін.). Водночас зазначимо, що незважаючи на важливість *середовища (зовнішніх факторів)*, *джерело розвитку* системи перебуває в ній самій. Таким джерелом є потреба розв'язання суперечності між завданням формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики майбутніх учителів і викладачів фізики та традиційними підходами до її розв'язання. Зокрема середовище може прискорити створення й поширення зазначеної суперечності, впливати на цей процес через дію на його структурні компоненти. Зміна освітньої парадигми (наприклад, знаннєвої на компетентнісну) супроводжується змінами в цілях навчання теоретичної фізики, потреба підвищення якості професійної підготовки фахівців може викликати зміни в змісті й технологіях навчання. Під час переходу на нові технології навчання (зокрема засоби навчання) виникає потреба внесення коректив до підготовки викладачів, які повинні їх упроваджувати. Водночас слід зважати, що в конкретному навчальному закладі, який виступає освітньо-науковим середовищем на професійну підготовку фахівців істотно впливатиме професорсько-викладацький склад випускової кафедри, матеріальна й інформаційна база, традиції педагогічного колективу, зв'язки з іншими навчальними закладами, науковими установами та спільнотами тощо.

Процес формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики під впливом освітньо-наукового середовища є *відкритою*

педагогічною системою, яка є підсистемою їхньої професійної підготовки, що активно розвивається, тобто змінюючись під впливом середовища, вона перетворює саме середовище. У межах системи зміни в підготовці вчителя та викладача фізики неодмінно викликають зміни в подальшій підготовці його вихованців, які взаємодіючи із середовищем, змінюватимуть і його.

Вирішальним етапом застосування системного підходу до дослідження педагогічних систем є вивчення процесів керування, що забезпечують стабільний характер існування системи та досягнення запланованих результатів. Управління ми розглядаємо як свідомий і цілеспрямований вплив на методичну систему або її окремі компоненти для забезпечення функціонування в досягненні поставлених цілей.

Висновки та перспективи подальших розвідок. Застосування системного підходу до аналізу процесу формування й розвитку фахової компетентності з теоретичної фізики дає підстави розглядати його системним об'єктом, оскільки цей процес володіє більшістю системних ознак (компонентним складом, структурою, інтегративною якістю, функціональними характеристиками, цілеспрямованістю, комунікативними властивостями, управлінням тощо). З огляду на це можна вважати, що цей процес має відбуватися у відповідній методичній системі навчання теоретичної фізики в педагогічних університетах, під якою ми розуміємо *цілеспрямовану цілісність взаємозв'язаних компонентів.*

До *компонентів* такої методичної системи (МС) належить підсистема складників, кожен з яких функціонує відповідно до принципів загальної теорії систем, елементний склад компонентів МС визначає їхню природу, зв'язки між компонентами МС – її *структуру. Рівень цілісності (якість)* МС залежить від: а) *цілеспрямованості*, тобто зв'язку всіх елементів з метою; цільовий компонент МС є одним з системоутворювальних; б) *повноти набору* компонентів МС; в) *кількості зв'язків* між компонентами МС, щільності й міцності цих взаємозв'язків; г) *повноти функціонування* всіх елементів МС.

Ураховуємо, що МС має володіти новими *інтегрованими* якостями, які не властиві жодному з її компонентів, досягаються через співвіднесення цільового і результативного компонентів МС. Усі компоненти МС взаємозв'язані, тому зміни в одному з них зумовлюють зміни в інших. Будь-які процеси змін у такій МС взаємозумовлені, тому вона належить до класу *динамічних систем*, усі компоненти якої перебувають у динамічному зв'язку. Досліджувана МС має *комунікативні властивості*, оскільки невіддільно пов'язана з *освітньо-науковим середовищем*, яке активно змінюється та розвивається, що дає підстави вважати її *відкритою* МС.

Зміна зовнішніх умов перебування МС в освітньо-науковому середовищі сприяє змінам елементного складу кожного з її компонентів для збереження цілісності, тобто джерело стійкості системи до зовнішніх впливів криється всередині самої системи, що уможлиблює управління такою системою. *Управління* ми розглядаємо як свідомий і цілеспрямований вплив на МС завдяки впливу на окремі її компоненти або їхні зв'язки для забезпечення функціонування МС в досягненні її мети – фахової компетентності з теоретичної фізики.

Для відкритої динамічної МС, у структурі якої відбуваються зміни, одним з об'єктивних критеріїв цілісності та стійкості є те, що вона впродовж певного часу здатна виявляти супротив зовнішнім впливам, оскільки їй властива *гнучкість*. Лише після накопичення певних змін у компонентах МС вона переходить у стан, який характеризується іншими якісними показниками за законом переходу кількісних змін у якісні. Для того, щоб запобігти незворотним змінам та руйнуванню МС, важливо завчасно передбачати ці зміни, визначати умови та критерії стійкості такої МС і, зрештою, ставити питання про доцільність її існування.

Наявність історичності, спадкоємності, або зв'язку минулого, сучасного і майбутнього в МС та її компонентах, є важливою ознакою подальшого розвитку, тому МС навчання теоретичної фізики належить до класу *гнучких, відкритих і динамічних методичних систем*.

Дослідження характеристик кожної з зазначених вище властивостей принагідно до процесу формування фахової компетентності з теоретичної фізики у відповідній методичній системі навчання теоретичної фізики в педагогічних університетах є перспективою наших подальших розвідок.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Блауберг И. В. Системный поход: предпосылки, проблемы, трудности / Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. – М.: Знание, 1969. – 48 с.

2. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко. – К. : Либідь, 1997. – 374 с.

3. Околелова О. П. Управление педагогическими системами на основе целевых программ / О. П. Околелова // Советская педагогика. – 1990. – № 7. – С. 50–53.

4. Подопригора Н.В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах: дис.... доктора пед. наук : 13.00.04 та 13.00.02 (ф) / Подопригора Наталія Володимирівна. – Київ, 2016. – 589 с.

5. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования / А. И. Уемов. – М.: Мысль, 1971. – 312 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Подопригора Наталія Володимирівна, доктор педагогічних наук, доцент, Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка (Кропивницький), доцент кафедри фізики та методики її викладання.

Коло наукових інтересів: теорія та методика навчання теоретичної фізики в процесі професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики.