

future teachers of physical education, which was considered in the following indicators: a positive attitude towards teaching profession of physical education, motivation for success in future educational activities, the desire for professional self-development.

The second diagnostic stage was aimed at identifying the substantial and procedural criteria of the studied construct, the indicators which were identified: knowledge of the theory of self-educational-cognitive activity, psychological and pedagogical and special knowledge; skills of goal setting and planning, analysis and evaluation of results of professional self-organization; the skills of self-control and self-correction.

The third diagnostic stage was aimed at the definition of personal criteria of professional self-organization indicators: discipline, autonomy, and commitment. Developed criteria and indicators of professional self-organization of future teachers of physical education were used to provide characteristics of the levels of formation: high, sufficient, middle and low. Practical value of the obtained research results is the development of diagnostics methods of professional self-organization of future physical education teachers. Prospects for further research we see in the development of experimental models of professional self-organization of future physical education teachers.

Key words: *criteria, indicators, diagnostic methods, levels of formation of professional self-organization, future teachers of physical education.*

УДК 371.134:53

О. В. Школа

Національний педагогічний університет
імені М. П. Драгоманова

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ В ПЕДАГОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

У статті наведено опис організації, методики проведення та аналізу результатів педагогічного експерименту щодо перевірки ефективності розробленої відкритої та гнучкої методичної системи навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики в умовах сучасного розвитку фізичної освіти. Апробацію моделі методичної системи навчання дисципліни проведено на основі системного аналізу рівня та якості фундаментальної підготовки студентів за розробленими автором критеріями та основними показниками предметної компетентності (ціннісно-мотиваційним, когнітивним, операційно-діяльним, рефлексивним), що слугує підставою для висновку про її ефективність і результативність.

Ключові слова: *теоретична фізика, предметна компетентність, методична система навчання, навчально-методичний комплекс, особистісно зорієнтований підхід, науковий світогляд, педагогічний експеримент.*

Постановка проблеми. Побудова ефективної методичної системи навчання курсу теоретичної фізики передбачає створення оптимальних дидактичних умов, за яких усвідомлення майбутнім учителем фізики фундаментальних наукових знань сприятиме всебічному розвитку особистості, матиме діяльній характер та буде органічно включено в процес формування його предметної компетентності. Необхідність реалізації цього стратегічного завдання дисципліни зумовило розробку, теоретичне обґрунтування та експериментальну перевірку достовірності концептуальних

засад й ефективності методичної системи навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики, в основу якої покладено єдність фундаментальної та фахової спрямованості цілей, змісту і технологій навчання.

Аналіз актуальних досліджень. Опрацювання дисертацій, монографій, періодичних фахових видань, матеріалів науково-практичних конференцій дозволяє стверджувати, що проблема вдосконалення змісту університетської фізичної освіти та різні аспекти фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики є об'єктом досліджень провідних вітчизняних учених: П. Атаманчука, Л. Благодаренко, І. Богданова, О. Бугайова, Б. Будного, С. Величка, С. Гончаренка, О. Іваницького, А. Касперського, О. Коновала, Е. Коршака, Д. Костюкевича, О. Ляшенка, М. Мартинюка, В. Мендерецького, І. Мороза, А. Павленка, Ю. Пасічника, В. Савченка, М. Садового, О. Сергєєва, В. Сергієнка, В. Сиротюка, Н. Сосницької, Б. Суся, І. Тичини, В. Шарко, М. Шута та ін.

Вітчизняна дидактика фізики останнім часом розвивається досить інтенсивно, про що свідчить велика кількість захищених дисертацій. Проте слід констатувати, що на відміну від досліджень з теорії та методики навчання фізики в загальноосвітній школі в галузі дидактики фізики вищої школи маємо значно меншу кількість наукових праць: виконано лише сім досліджень докторського рівня, серед них п'ять робіт присвячено теорії і методиці навчання загальної фізики в педагогічних вишах (Г. Бушок, Т. Гордієнко, Ю. Оришин, В. Сергієнко), вищих технічних військових закладах (Б. Сусь) і лише дві – методиці навчання окремих розділів курсу теоретичної фізики (О. Коновал [2], І. Мороз [3]). Різним аспектам навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики присвячені кандидатські дисертації О. Гур'євської, І. Солухи, О. Трифонової. Проблеми викладання фізики в педагогічних ВНЗ були об'єктом наукових досліджень російських учених: С. Аль-Таравни, О. Брусник, Р. Казакова, В. Коломіна, О. Лешукова, А. Малініна, В. Мултановського, А. Наумова, В. Разумовського, Н. Шаронової та ін. Однак проведені наукові дослідження не ставлять проблему системного перегляду цілей, змісту і технологій навчання теоретичної фізики в педагогічному виші з позицій фундаментальності й фахової спрямованості в нових освітніх умовах. У зв'язку з цим зазначена проблема є актуальною, потребує переосмислення й комплексного розв'язання як на рівні теорії, так і в практичній площині пошуку відповідних умов і технологій. **Метою статті** є опис організації та аналіз результатів педагогічного експерименту щодо перевірки ефективності розробленої методичної системи навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики в умовах сучасного розвитку фізичної освіти.

Виклад основного матеріалу. Експериментальне дослідження здійснювалося протягом 2005 – 2015 рр., мало багатоцільовий характер, проводилося в три етапи (констатувальний, пошуковий, формувальний),

кожен із яких мав мету, завдання, засоби і методи проведення. В експериментальній роботі брали участь 16 викладачів педагогічних ВНЗ України, 8 вчителів фізики, 415 студентів і 216 учнів загальноосвітніх шкіл. Головна мета експерименту полягала в підтвердженні гіпотези наукового дослідження та перевірці ефективності й результативності відкритої методичної системи навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики на основі аналізу кількісних і якісних показників рівня навчальних досягнень студентів контрольних та експериментальних груп.

Перший етап експерименту (2005 – 2008 рр.) присвячено аналізу теорії та практики навчання теоретичної фізики в педагогічних ВНЗ України, осмисленню виявлених проблем і суперечностей у системі фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики та пошуку нових шляхів їх розв'язання; системному опрацюванню літературних та архівних джерел із проблеми дослідження, Державного стандарту базової і повної загальної середньої та галузевого стандарту вищої освіти, навчальних планів, ОПП і ОКХ майбутніх учителів фізики, робочих програм курсу теоретичної фізики педагогічних вишів, визначенню вихідних позицій та уточненню понятійно-термінологічного апарату дослідження.

Рівень сформованості предметної компетентності студентів із теоретичної фізики виявлявся в ході *констатувального етапу* експерименту шляхом тестування, анкетування та інтерв'ювання на основі розроблених питань і тестових завдань предметного, світоглядного та методологічного характеру. Систематизація та узагальнення емпіричних даних засвідчила в середньому близькі результати рівня фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики та дозволило встановити: 1) усі студенти мають мінімальний запас знань із теоретичної фізики та невисокий рівень професійної (предметної) компетентності (середні показники за основними компонентами знаходиться на рівні: предметний (змістовний) – 71 %; світоглядний – 68 %; методологічний – 63 %; 2) переважна більшість студентів має достатній і середній рівень компетентності (за предметним компонентом загалом 79 %; світоглядним – 73 %; методологічним – 70 %); 3) у структурі предметної компетентності студентів наявна тенденція до зменшення показників високого й достатнього, а відповідно збільшення середнього та низького, рівнів за компонентами (змістовний-світоглядний-методологічний). Під час бесід із викладачами було виявлено:

- рівень системності знань студентів недостатній, певна частина з них розглядає теоретичну фізику як сукупність окремих предметів; слабо усвідомлюється ними діалектика та єдність емпіричного й теоретичного, логічного та історичного в структурі фізичного знання й пізнання;
- рівень знань студентів з основ фундаментальних фізичних теорій, їх загальної структури (схеми зв'язків між її елементами) та специфічних у науці функцій є недостатнім. Нерозуміння цих зв'язків часто

перешкоджає усвідомленню ними теоретичного методу пізнання, єдності в навчанні індуктивного й дедуктивного підходів, ускладнює перебудову «множинності» знань у «систему»;

- значна кількість студентів мала труднощі з пошуком вірної відповіді на питання світоглядного й методологічного характеру, з аргументацією та обґрунтуванням власної відповіді, що пояснюється фрагментарністю базових знань і низьким рівнем відповідної підготовки.

Таким чином, констатувальний експеримент засвідчив сучасний стан фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики та підтвердив актуальність системного перегляду й оновлення теоретико-методичних засад навчання теоретичної фізики педагогічного університету. За результатами констатувального експерименту було обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано гіпотезу, визначено об'єкт, предмет, мету, завдання та загальну концепцію теоретико-методичного дослідження.

На *другому (пошуковому) етапі експерименту* (2008–2012 рр.) було визначено основні шляхи вдосконалення змісту та структури навчальної дисципліни «Теоретична фізика» для педагогічних університетів, обґрунтовано теоретичні засади створення моделі відкритої та гнучкої методичної системи її навчання, уточнено основні елементи предметної компетентності; теоретично обґрунтовано дидактичні умови, критерії, показники та рівні сформованості наукового світогляду. Розроблено навчально-методичний комплекс (НМК) з курсу теоретичної фізики (на прикладі розділу «Термодинаміка і статистична фізика») [4–8], обґрунтовано технологію його реалізації в навчально-виховному процесі. На цьому етапі експерименту було проведено відбір контрольних та експериментальних груп студентів педагогічних ВНЗ України для реалізації формувального етапу експерименту, консультування викладачів щодо методичних особливостей експериментального навчання.

Згідно із системною моделлю предметної компетентності студентів у якості критеріїв результативності запропонованої методики навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики обрано: *мотиваційно-ціннісний, когнітивний, діяльнісний і рефлексивний*. Відповідно до розроблених критеріїв і показників сформованості предметної компетентності кожний студент потрапляв до однієї з чотирьох категорій: низький рівень (не менш 50 % від максимуму балів), середній (50 % – 64 %), достатній (65 % – 89 %), високий (більш ніж 90 %). На цьому етапі експерименту було здійснено апробацію й корекцію елементів створеного НМК з теоретичної фізики – типової модульної навчальної програми, навчально-методичного забезпечення для організації аудиторних занять, творчих завдань до самостійної та індивідуальної роботи, засобів діагностики якості навчальних досягнень студентів.

У ході педагогічного експерименту особливу увагу було звернено на пошук шляхів ефективного засвоєння студентами основних положень фундаментальних фізичних теорій як основних дидактичних одиниць змісту курсу теоретичної фізики відповідно до рівня та методології сучасної науки, зокрема: 1) вивчення класичної механіки передбачало використання варіаційних принципів і канонічного формалізму, розкриття зв'язку законів збереження з властивостями симетрії простору й часу; 2) урахування релятивістсько-коваріантний характер класичної електродинаміки, її вивчення базувалося на принципах теорії відносності; 3) вивчення квантової механіки передбачало використання оптичних аналогій, а також реалізацію єдності статистичного та ймовірнісного підходів у поясненні закономірностей мікросвіту; 4) вивчення термодинаміки і статистичної фізики базувалося на принципі взаємозв'язку термодинамічного і статистичного методів дослідження властивостей макросистем, при цьому основні поняття й закони термодинаміки розглядалися на загальних засадах статистичної теорії.

Третій (формувальний) етап педагогічного експерименту (2012 – 2015 рр.) проведено з метою перевірки гіпотези дослідження, вивчення можливостей використання, переваг та недоліків створеного НМК в умовах експериментального навчання. Методом випадкового відбору з 415 студентів було сформовано експериментальні (214 чол.) та контрольні (201 чол.) групи. Для забезпечення надійності експерименту відбір зазначених груп проводився за принципом мінімальної відмінності рівня базових знань студентів (за результатами навчання курсу загальної фізики). Оцінювання навчальних досягнень студентів проводилося за однаковими критеріями на основі поточного, тематичного й підсумкового модульного контролю, зміст якого співвідносився зі змістом навчання. Разом із тим ураховувалися результати: систематичних спостережень за навчально-виховним процесом, бесід, анкетування та інтерв'ювання студентів, відгуків викладачів щодо особливостей та основних результатів експериментального навчання.

Під час складання анкет ураховували основні вимоги до їх змісту, зокрема з метою підвищення надійності й достовірності опитування до анкети включалося не одне, а група запитань, спрямованих на виявлення думки з приводу певного припущення. Відвідування семінарських/практичних занять передбачало виявлення таких аспектів навчально-виховного процесу: 1) рівень мотивації, пізнавальної активності й самостійності студентів під час аналізу теоретичних питань курсу та розв'язування задач; 2) об'єм, системність та усвідомленість предметних знань студентів; 3) рівень володіння математичним апаратом та «мовою» фізичної науки; 4) послідовний, логічний, обґрунтований та безпомилковий виклад теоретичного матеріалу на папері під час проведення самостійних і контрольних робіт; 5) вміле користування довідковою літературою; 6) правильне, сумлінне та охайне ведення конспектів лекцій і семінарських занять.

Під час проведення формувального експерименту, крім спостережень та анкетування, було розроблено діагностичні контрольні роботи та систему тестових завдань. На етапі підготовки останніх на основі типової навчальної програми дисципліни виділялися елементи наукових знань, рівні їх засвоєння і підбиралися відповідні завдання для перевірки. Вирішення контрольних завдань спрямовувало студентів на диференціацію та інтеграцію знань, аналіз і обґрунтування основних наукових фактів, понять, величин, моделей, принципів, постулатів, законів і розподілів як складових фундаментальних фізичних теорій, уміння встановлювати межі їх застосування, раціональне використання математичного апарату, виявлення рівня методологічної культури та власної світоглядної позиції. Окремі завдання передбачали контроль рівня та якості теоретичних знань студентів, інші – творчої розумової діяльності, вміння застосовувати набуті знання у розв'язанні проблемних та евристичних завдань навчального курсу. Отже, позитивна оцінка за результатами підсумкового модульного контролю свідчила про достатній рівень предметної компетентності студентів та належну професійну підготовку до майбутньої педагогічної діяльності. Узагальнені результати формувального етапу педагогічного експерименту наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати впровадження методичної системи навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики (%)

Групи	Рівні предметної компетентності студентів у навчанні теоретичної фізики								
	низький і середній			достатній			високий		
	констатувальний	формувальний	тенденція	констатувальний	формувальний	тенденція	констатувальний	формувальний	тенденція
Контрольні	46,1	43,6	– 2,5	42,3	45,5	+3,2	11,6	10,9	– 0,7
Експериментальні	45,3	26,8	– 18,5	46,5	57,9	+11,4	8,2	15,3	+7,1

На основі систематизації та математичної обробки здобутих результатів за допомогою критеріїв χ^2 Пірсона $[T_{\text{експер}} < T_{\text{крит}} (11,63 > 7,815)]$ та Вілкоксона-Манна-Уїтні $[T_{\text{експер}} < W_{\alpha/2} (16513 < 23892)]$ було зроблено висновки про статистичну вірогідність отриманих даних та істотні відмінності студентів експериментальних і контрольних груп за основними компонентами предметної компетентності, а саме: у рівні мотивації та пізнавальної активності, ціннісному ставленні, прийомах і підходах до навчання,

активності й самостійності на аудиторних заняттях, свідомості й системності предметних знань з основ фундаментальних фізичних теорій, організованості, відповідальності, самооцінці та дієвості здобутих знань [1].

На завершальному етапі формувального експерименту було проведено низку контрольних заходів із метою виявлення динаміки змін за компонентами предметної компетентності студентів контрольних та експериментальних груп: ціннісно-мотиваційний і рефлексивний (анкетування), когнітивний (тестування), діяльнісний (комплексна контрольна робота). Усереднені показники рівнів сформованості компонентів предметної компетентності студентів з теоретичної фізики за результатами формувального етапу експерименту представлено на рис. 1.

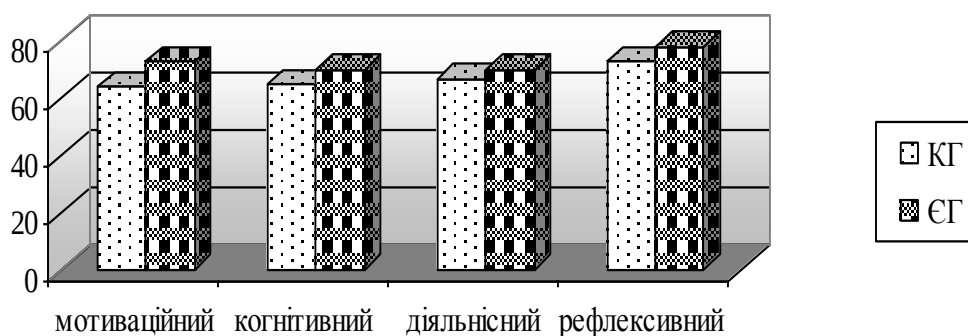


Рис. 1. Усереднені показники сформованості компонентів предметної компетентності студентів за результатами формувального експерименту

Результати експертного оцінювання розробленої методичної системи навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики підтвердили її відповідність сучасним освітнім вимогам: а) дидактична відповідність меті підготовки фахівців; б) інформаційно-змістова відповідність державним вимогам до якості професійної (фундаментальної) підготовки майбутніх учителів фізики; в) методично-експериментальне забезпечення; г) інноваційність технології. Цікавими виявилися й результати оцінювання методичної системи навчання теоретичної фізики самими студентами. Результати бесід та анкетування останніх показали: більше 60% всіх опитаних вважають, що експеримент позитивно вплинув на організацію навчання курсу теоретичної фізики в ході семестру, покращив засвоєння матеріалу та сприяв підвищенню рівня предметної компетентності за її основними компонентами. Серед відмінників, які приділяють навчанню постійну увагу, приєднується до цього висновку майже 100% студентів, а серед студентів, які мають середній рівень успішності за результатами останньої сесії таких виявилось 70-80%. Таким чином, нововведення було особливо корисним для основної маси студентів. Як і слід було очікувати, не захоплені від експерименту були ті студенти, які не звикли працювати самостійно й

систематично. Але таких виявилось небагато і, сподіваємося, вони змінять ставлення до навчання і свого майбутнього.

Висновки. Таким чином, проведене педагогічне дослідження щодо перевірки ефективності розробленої методичної системи навчання теоретичної фізики засвідчило позитивну динаміку розвитку особистісних та професійних якостей майбутніх учителів фізики, стійкість отриманих результатів протягом кількох років. Доведено, що реалізація запропонованих теоретико-методичних засад навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики сприяє їх особистісному та професійному зростанню, самореалізації й самоствердженню, набуттю професійної (предметної) компетентності. Отже, підвищення рівня фахової підготовки студентів, підтверджене результатами педагогічного експерименту, дозволяє зробити висновок про справедливність гіпотези наукового дослідження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М. : Педагогика, 1977. – 136 с.
2. Коновал О. А. Відносність електричного і магнітного полів : монографічний навч. посібник [для студ. вищих навч. закл.] / О. А. Коновал. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2008. – 248 с.
3. Мороз І. О. Теоретико-методичні засади вивчення термодинаміки і статистичної фізики в педагогічних університетах : монографія / І. О. Мороз. – Харків : ТОВ «Діса плюс», 2012. – 382 с.
4. Школа О. В. Основи термодинаміки і статистичної фізики. Збірник задач : навч. посіб. / О. В. Школа. – Донецьк : Юго-Восток, 2008. – 168 с.
5. Школа О. В. Основи термодинаміки і статистичної фізики : навч. посіб. / О. В. Школа. – Донецьк : Юго-Восток, 2009. – 375 с.
6. Школа О. В. Теоретико-методичні засади навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики : монографія / О. В. Школа. – Бердянськ : Видавець Ткачук О. В., 2015. – 381 с.
7. Шут М. І. Теоретична фізика. Програма навчальної дисципліни підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму 6.040203 Фізика* для студентів вищих педагогічних закладів освіти : навч. видання / М. І. Шут, О. В. Школа. – Бердянськ : БДПУ, 2014. – 70 с.
8. Школа О. В. Термодинаміка і статистична фізика : збірник тестових завдань [навч. посіб.] / О. В. Школа. – Бердянськ : Видавець Ткачук О. В., 2015. – 61 с.

РЕЗЮМЕ

Школа А. В. Результати експериментальної перевірки ефективності методической системи обучения теоретической физики в педагогическом университете.

В статье представлено описание организации, методики проведения и анализа результатов педагогического эксперимента с целью проверки эффективности разработанной открытой и гибкой методической системы обучения теоретической физики будущих учителей физики в условиях современного развития физического образования. Апробация модели методической системы обучения дисциплины проведена на основе системного анализа уровня и качества фундаментальной подготовки студентов по разработанным автором критериям и основным показателям предметной компетентности (ценностно-мотивационным,

когнитивным, операционно-деятельностным, рефлексивным), что стало основанием для вывода о ее эффективности и результативности.

Ключевые слова: теоретическая физика, предметная компетентность, методическая система обучения, учебно-методический комплекс, личностно ориентированный подход, научное мировоззрение, педагогический эксперимент.

SUMMARY

Shkola A. The results of experimental verification of the effectiveness of the methodological training system of theoretical physics at the Pedagogical University.

The article describes the organization, procedure and analysis of results of pedagogical experiment. The author gave the main results of an experimental study. Based on these conclusions he determined the shortcomings in mastering the materials of Theoretical Physics course by students using traditional schemes of training, and key factors which ensure effective mastery of their physical knowledge and skills at the level of planned educational outcomes after implementing in pedagogical universities designed methodology system of this discipline training.

Experimental study was carried out during 2005 – 2015 years. It had multipurpose nature and carried out in three stages (ascertaining experiment, search, and organization), each had the purpose, objectives, means and methods of implementation. The experimental work involved 16 teachers of pedagogical universities of Ukraine, 8 school physics teachers, 415 university students and 216 students of secondary schools. During the teaching experiment, special attention was drawn to finding effective ways of mastering the main provisions of fundamental physical theories in theoretical physics course in accordance with the standards and methodology of modern science.

Based on the systematization and mathematical processing of the obtained results of current, thematic and final module control using criteria χ^2 by Pearson $[T_{\text{exp}} < T_{kr} (11,63 > 7,815)]$ and Wilcoxon-Mann-Whitney $[T_{\text{exp}} < W_{\alpha/2} (16513 < 23892)]$ the author made statistical probability data and significant differences of students in the experimental and control groups for the main components of subject competence (in the level of motivation and cognitive activity, value terms, techniques and approaches to learning, activity and independence to classroom sessions, awareness and systematic subject knowledge on the basics of fundamental physical theories, organization, responsibility, self-acquired knowledge and effectiveness). The conducted pedagogical research showed that implementation of the proposed theoretical and methodological foundations of theoretical physics teaching of future physics teachers contributes to acquiring subject competence, their personal and professional growth, self-realization and self-affirmation.

Key words: theoretical physics, subject competence, methodological training system, training complex, personality-oriented approach, scientific worldview, pedagogical experiment.