

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М. П. ДРАГОМАНОВА**

ПОДОПРИГОРА Наталія Володимирівна

УДК 378.147.091.33:53.01

**МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ
МЕТОДІВ ФІЗИКИ У ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТАХ**

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора педагогічних наук



Київ – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Кіровоградському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка, Міністерство освіти і науки України.

Науковий консультант - доктор педагогічних наук, професор
ВОВКОТРУБ Віктор Павлович,
Кіровоградський державний педагогічний
університет імені Володимира Винниченка,
професор кафедри фізики та методики її викладання.

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор,
член-кореспондент НАПН України
КУЗЬМІНСЬКИЙ Анатолій Іванович,
Черкаський національний університет імені Богдана
Хмельницького, професор кафедри педагогіки вищої
школи і освітнього менеджменту;

доктор педагогічних наук, професор
КОНОВАЛ Олександр Андрійович,
Криворізький педагогічний інститут
ДВНЗ «Криворізький національний університет»,
завідувач кафедри фізики та методики її навчання;

доктор педагогічних наук, доцент
БЕНДЕС Юрій Петрович,
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка,
професор кафедри комп'ютерних та інформаційних
технологій і систем.

Захист відбудеться 9 червня 2016 року о 12.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.01 у Національному педагогічному університеті імені М.П. Драгоманова (01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9).

Автореферат розісланий 27 квітня 2016 року.

**Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради**



В. Д. Сиротюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У нових економічних і соціокультурних умовах пріоритетними завданнями державної освітньої політики є підвищення якості і конкурентоспроможності вищої освіти України, сприяння інтеграції університетської освіти й науки, прискорення процесів інтеграції в міжнародний освітній простір. Нова парадигма освіти також потребує суттєвих змін у системі вищої професійної освіти для забезпечення якісної підготовки фахівців, здатних критично мислити та діяти в складних професійних ситуаціях, приймати відповідальні і конструктивні рішення, розв'язувати проблеми в різних галузях знань, чому повинні сприяти набутий досвід навчальної та професійної діяльності, власна життєва позиція та сформований світогляд. Такі зміни вимагають модернізації вищої освіти на всіх її структурних рівнях: розроблення галузевих стандартів; навчальних програм; навчальних планів; форм і методів навчання; контролю й оцінювання навчальних досягнень студентів, що потребує прийняття європейської системи оцінювання результатів навчання – компетентностей. У професійній підготовці майбутніх учителів і викладачів фізики досягти таких результатів можна завдяки запровадженню компетентнісного підходу, що нині розглядається як один із напрямів модернізації вищої освіти й передбачає формування в студентів системи професійних компетентностей, які дають змогу ефективно діяти на різних рівнях професійної діяльності: вчителя фізики основної або старшої школи, викладача фізики.

Основні напрями реформування і модернізації професійної освіти на шляху оновлення суспільства проголошено в законах України «Про освіту» (1991), «Про вищу освіту» (2014), Національній доктрині розвитку освіти України XXI століття (2002), що визначають орієнтири для піднесення української вищої школи.

Проблема формування і розвитку професійної компетентності майбутнього вчителя і викладача фізики загалом і математичної компетентності з фізики в навчанні математичних методів теоретичної фізики зокрема, перебуває на початковому етапі свого розв'язання. У працях вітчизняних і зарубіжних учених розглянуто різні її аспекти: загальні основи впровадження компетентнісного підходу в професійну підготовку майбутніх учителів і викладачів фізики (П. С. Атаманчук, О. І. Іваницький, В. Д. Шарко та ін.); теоретичні основи формування компетентності особистості – інтегрованої здатності розв'язувати життєві, а згодом – професійні завдання (М. С. Головань, І. Г. Єрмаков, А. І. Кузьмінський, О. І. Пометун та ін.); психологічні основи розвитку ключових компетентностей (Г. О. Балл, І. А. Зимня, О. О. Хуторський та ін.); методологічні засади формування і розвитку професійної компетентності в навчанні теоретичної фізики (О. А. Коновал, І. О. Мороз, В. В. Мултановський та ін.), формування в студентів фізико-технічних знань і вмінь (І. Т. Богданов, В. П. Вовкотруб, А. В. Касперський, О. С. Мартинюк, В. П. Сергієнко, Б. А. Сусь, Г. О. Шишкін, М. І. Шут та ін.); теоретико-методичні основи формування інформаційно-комунікаційних компетентностей (Б. Ю. Биков, С. О. Семеріков, Ю. В. Триус й ін.), інформаційно-комунікаційних компетентностей в навчанні фізики (Ю. П. Бендес, С. П. Величко, В. Ф. Заболотний та ін.). Розробленню питання формування та розвитку професійної компетентності майбутніх

учителів і викладачів фізики сприяли наукові дослідження з проблем навчання фізики в загальноосвітній школі: ознайомлення учнів з методами наукового пізнання (О. І. Ляшенко, М. Т. Мартинюк, В. Г. Разумовський, М. І. Садовий та ін.); розвитку в учнів загальнонавчальних умінь (Л. Ю. Благодаренко, О. І. Бугайов, І. В. Бургун, В. Д. Сиротюк й ін.), реалізація задачного підходу в навчанні фізики (С. У. Гончаренко, Є. В. Коршак, А. І. Павленко та ін.)

Особливістю професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики є необхідність врахування міждисциплінарних зв'язків як вияву інтегративних процесів проникнення гуманітарного, соціально-економічного, природничо-математичного знання до циклу дисциплін професійної підготовки фахівців, що забезпечується не лише базовими фізико-математичними компетенціями, а й ключовими та спеціальними, методичними. Ці зв'язки виконують важливу роль у підвищенні якості професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики. Специфіка такої підготовки полягає в оволодінні студентами узагальненим характером пізнавальної діяльності, основу якої становлять наукові уявлення про світ: поняття, основоположні закономірності – наскрізні поняття, які формуються в школі і трансформуються в вищому навчальному закладі (ВНЗ). Для професійної підготовки майбутніх учителів фізики така трансформація характерна й у зворотному напрямі – від ВНЗ до школи. З цього погляду виявляється значущою професійна спрямованість навчальної діяльності майбутніх фахівців, що вимагає комплексного науково-методичного дослідження, яке спирається на психолого-педагогічні та дидактичні основи визначення концептуальних засад розроблення та впровадження нововведень на сучасному етапі розвитку освіти.

Традиційна схема формально-логічного підходу до навчання не забезпечує виконання вимог підвищення якості освіти через те, що поза її увагою залишаються: *по-перше*, проблема індивідуального особистісного розвитку студентів щодо формування мотивації, інтересу, самостійності, творчості, соціалізації тощо, що успішно розв'язується в компетентнісній моделі освіти; *по-друге*, важливою для навчання фізики є проблема формування емпіричного і теоретичного знання з погляду врахування багатоплановості та розмаїття змісту навчання фізики в його організаційно-процесуальних аспектах, що розв'язується окремою дидактикою – теорією та методикою навчання фізики.

Зокрема В. Г. Разумовському вдалося відшукати достатньо універсальний інструмент для організації навчального пізнання – *принцип циклічності*, який визначає структуру змісту навчання фізики. Незважаючи на це, принцип циклічності не віддзеркалює варіативності теоретичних узагальнень теоретичної фізики. Проблему формування теоретичних узагальнень у навчанні теоретичної фізики майбутніх учителів і викладачів фізики розв'язував В. В. Мултановський шляхом проектування змісту навчання за універсальною схемою структури фізичної теорії на основі принципу генералізації. Генералізація, сприяючи розвитку теоретичного мислення студентів, зумовлювала значне розширення змісту навчання, що потребувало пошуків механізмів балансування цього процесу. Розв'язанню цієї проблеми сприяли дослідження О. І. Ляшенка, який, досліджуючи зв'язок теоретичного й емпіричного в пізнанні, запропонував

методичну модель формування фізичного знання на концептуальній основі *єдності змістового і процесуального* компонентів процесу навчання фізики.

Утім відкритим залишається питання щодо місця математичних методів фізики в цьому процесі. Диференціальні рівняння математичної фізики, віддзеркалюючи внутрішні механізми процесів природи, моделюють процеси різної природи: фізичні, хімічні, біологічні, екологічні, економічні тощо. Інформаційну ємність, або «всесилля» (за А. Д. Сахаровим) рівнянь математичної фізики зумовлено тим, що в їх основу покладено закони фізики, зв'язані із симетріями простору і часу. Обґрунтування *уніфікованості* рівнянь математичної фізики в навчально-пізнавальній діяльності студентів з теоретичної фізики уможливорює вивчення різних теоретичних схем. І все ж понятійно-категоріальна структура і методологічні аспекти взаємозв'язку математичної та теоретичної фізики потребують урахування педагогічних і зокрема дидактичних умов у процесі професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики.

Нині в педагогічних університетах України накопичено значний досвід і фактичний матеріал щодо вивчення фізико-математичних дисциплін, однак навчання ММФ не забезпечує досягнення належного рівня якості фахових знань майбутніх учителів і викладачів фізики на рівні теоретичних узагальнень у курсі теоретичної фізики щодо фундаменталізації й оптимізації навчальної діяльності, формування та розвитку математичної компетентності з фізики шляхом удосконалення: форм, прийомів і методів навчання; установлення та реалізації міждисциплінарних зв'язків; упровадження комп'ютерних технологій у поєднанні з традиційними технологіями навчання; розвитку мислення студентів тощо.

Аналіз проблеми професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики на інституційному рівні та рівні навчальних дисциплін «Математичні методи фізики» і «Теоретична фізика», теоретико-методичних праць сучасних дослідників (дисертацій, монографій, підручників, посібників, статей, інформаційних ресурсів мережі Internet і т.п.), вивчення практики роботи викладачів із запровадження курсів ММФ та теоретичної фізики, власний досвід викладацької та наукової діяльності дозволив нам виявити низку суперечностей, з-поміж яких ми, врахувавши три контекстні рівні, виокремили такі суперечності:

– *у контексті потреб соціального замовлення* – між об'єктивною потребою суспільства у висококваліфікованих, конкурентоспроможних фахівцях, здатних швидко адаптуватися до вимог сучасного ринку праці, та традиційною професійною освітою майбутніх учителів і викладачів фізики, неспроможною в умовах компетентнісної парадигми освіти розв'язувати актуальні завдання професійної підготовки зазначених фахівців;

– *у контексті потреб педагогічної науки* – між підвищеними вимогами до професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики та традиційними підходами до формування професійної компетентності зазначених фахівців, потребою подолання сформованих стереотипів, зміною поглядів на проблему їхньої професійної підготовки та традиційним формально-логічним підходом до навчання математичних методів фізики;

– *у контексті потреб педагогічної практики* – між доведеною потребою оновлення змісту навчання математичних методів фізики, зреалізованих у

поєднанні прикладних і теоретичних досліджень із залученням сучасних комп'ютерних технологій, і рівнем їх засвоєння студентами педагогічних університетів; між значним обсягом теоретичного матеріалу з курсів математичних методів фізики та теоретичної фізики й здатністю студентів використовувати його в нестандартних ситуаціях навчальної та професійної діяльності вчителя та викладача фізики.

Отже, відсутність системного наукового дослідження щодо цілісної методологічної, теоретичної та методичної бази упровадження компетентнісного підходу до навчання студентів математичних методів фізики, що створювало б передумови його реалізації в циклі дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики, сприяючи адаптації в змінному соціально-економічному середовищі, недостатній рівень теоретичного вивчення та практичної розробленості зазначеної проблеми, її вагоме соціальне значення, а також виявлені суперечності зумовили вибір теми дослідження **«Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана відповідно до плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка і є складником теми «Система управління якістю підготовки майбутніх учителів математики, фізики та інформатики на основі інформаційно-комунікаційних технологій» (протокол № 5 від 08.12.2011).

Тему дисертації затверджено вченою радою Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 5 від 26.12.2011), узгоджено в бюро Міжвідомчої ради з координації наукових досліджень з педагогічних та психологічних наук в Україні (протокол № 6 від 18.06.2013).

Мета дослідження – наукове обґрунтування, концептуалізація, розроблення й упровадження методичної системи навчання математичних методів фізики в процесі професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики.

Концепція дослідження. Фізико-математична підготовка майбутніх учителів і викладачів фізики є складником їхньої професійної підготовки в педагогічному університеті, у якому формуються особистісно та професійно важливі якості майбутнього фахівця, готовність до конкретного виду фахової діяльності. Кожна з дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики: «Загальна фізика», «Математичні методи фізики», «Теоретична фізика», «Фізика твердого тіла», «Методика навчання фізики» тощо, впливає на формування і розвиток у майбутніх фахівців професійної компетентності.

Провідна ідея дослідження полягає в твердженні, що формування і розвиток математичної компетентності з фізики майбутніх учителів і викладачів фізики в навчанні математичних методів фізики (ММФ) та теоретичної фізики – це багатокомпонентний процес, який на засадах фундаменталізації, міждисциплінарної інтеграції, контекстного (теоретичного, прикладного, професійно зорієнтованого), інформаційного (предметно-інформаційного, інформаційно-комунікаційного контекстів) і провідного компетентнісного

підходів у своїй єдності забезпечують готовність і здатність фахівців розв'язувати навчальні, а згодом професійні завдання.

Концепція дослідження містить три взаємозв'язані концепти, що сприяють реалізації провідної ідеї:

– *методологічний концепт* віддзеркалює взаємозв'язок і взаємодію різних підходів до розв'язання проблеми формування і розвитку в студентів математичної компетентності з фізики: фундаменталізації змісту навчання ММФ; міждисциплінарної інтеграції дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики; контекстного; інформаційного; компетентнісного, які орієнтують процес навчання ММФ на формування і розвиток студента як суб'єкта навчальної діяльності;

– *теоретичний концепт* визначає систему основних положень, понять, дефініцій, покладених в основу розуміння сутності професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики, процесу формування і розвитку в студентів математичної компетентності з фізики в навчанні ММФ та теоретичної фізики, з-поміж яких уявлення про професійну підготовку майбутніх фахівців з погляду компетентнісної моделі освіти; особливості навчально-пізнавальної діяльності студентів в умовах компетентнісного підходу до навчання ММФ; професійні кваліфікації, ключові професійні компетенції, професійну компетентність та її структуру; педагогічні й організаційно-методичні умови цілісного процесу формування і розвитку математичної компетентності з фізики майбутніх учителів і викладачів фізики; формування і розвиток математичної компетентності з фізики студентів як цілісної системи і педагогічного процесу;

– *методичний концепт* передбачає розроблення й опис програми організації комплексного дослідження проблеми формування і розвитку математичної компетентності з фізики в майбутніх учителів і викладачів фізики, методичної системи навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах, етапів її реалізації в практиці навчання циклу дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики.

Відповідно до мети і концепції дослідження визначено його основні **завдання**:

1. Проаналізувати еволюцію вимог вищої освіти України щодо показників якості професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики та визначити місце математичної компетентності з фізики в структурі професійної компетентності майбутнього вчителя і викладача фізики, виявити передумови інтегрованого підходу до її формування і розвитку.

2. Дослідити розвиток принципу фундаменталізації й розробити концептуальні засади фундаменталізації змісту навчання математичних методів фізики, виявити можливості поєднання змісту навчання із процесуальною основою з позицій реалізації принципу професійної спрямованості для забезпечення контексту навчальної діяльності, значущої для курсу теоретичної фізики та професійної діяльності майбутніх учителів і викладачів фізики.

3. Дослідити проблему інтеграції та диференціації навчання математичних методів фізики майбутніх учителів і викладачів фізики й визначити інтегративні чинники, що сприяють процесу формування математичної компетентності з фізики.

4. Обґрунтувати вибір теоретичної основи методичної системи навчання

математичних методів фізики – інтегрованого підходу, який передбачає комплексну реалізацію принципів фундаменталізації, професійної спрямованості, міждисциплінарної інтеграції та інформатизації щодо добору несуперечливих, сумісних й узгоджених дидактичних способів і умов у досягненні цілей і результатів компетентісно зорієнтованого навчання.

5. Дослідити процес формування і розвитку математичної компетентності з фізики як системний об'єкт, визначити його компоненти, структуру, функції, що забезпечують його дієздатність в умовах освітньо-наукового середовища ВНЗ. Виявити дидактичні можливості для цілеспрямованого формування математичної компетентності з фізики та дидактичні лінії навчання математичних методів фізики в змісті курсу теоретичної фізики.

6. Створити загальну концепцію розроблення й упровадження методичної системи навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах на засадах інтегрованого підходу (фундаменталізації, міждисциплінарного, контекстного, інформаційного, компетентісного підходів).

7. Розробити структурно-функціональну модель процесу формування і розвитку математичної компетентності з фізики в навчанні математичних методів фізики та теоретичної фізики і відповідну методичну систему навчання математичних методів фізики, рекомендації та навчально-методичні матеріали для забезпечення професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики.

8. Упровадити методичну систему навчання математичних методів фізики для реалізації базового етапу формування математичної компетентності з фізики майбутніх учителів і викладачів фізики та дослідити її ефективність на засадах педагогічного експерименту.

Об'єкт дослідження – професійна підготовка майбутніх учителів і викладачів фізики.

Предмет дослідження – методична система навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах.

Дослідження здійснено на засадах провідних положень філософії освіти, наукового пізнання, законів інтеграції знань, концепції фундаменталізації освіти, теорії контекстного навчання, концепції розвивального навчання, принципів системності, неперервності, диференційованості, прогностичності.

Методологічною основою дослідження є системний підхід до аналізу педагогічного процесу (З. А. Абасов, С. У. Гончаренко, В. А. Кушнір, І. П. Підласий та ін.), педагогічне моделювання (О. О. Веденов, О. М. Кочегрін, Ю. З. Кушнер, А. А. Киверялг, Є. О. Лодатко, В. В. Ягупов та ін.), інтеграційний підхід (В. О. Сластьонін, О. І. Субетто та ін.), поліпарадигмальний підхід (І. А. Зазюн, Н. Г. Ничкало, В. А. Шершньова та ін.) комплексна реалізація різних підходів: фундаменталізації та професіоналізації (С. А. Баляєва, Г. П. Бахтіна, С. О. Семеріков та ін.), особистісно зорієнтованого (А. І. Кузьмінський, К. К. Платонов, З. І. Слєпкань та ін.), діяльнісного (П. М. Горносталя, М. В. Кларін, О. М. Леонт'єв та ін.), компетентісного (М. С. Головань, В. Ф. Заболотний, І. О. Зимня, Дж. Равен, А. В. Хуторський, В. Д. Шарко та ін.), семіотичного (Ю. М. Лотман), герменевтичного (А. Ф. Закірова); методологічні та методичні основи навчання математичних методів фізики (В. І. Арнольд,

О. А. Самарський, А. М. Тіхонов, Є. І. Несис, А. В. Свізинський, В. І. Семянистий, В. В. Цукерман, Г. М. Фіхтенгольц та ін.) щодо здійснення обчислювального експерименту (В. О. Ільїна, О. С. Ільїнський, О. Г. Свешніков, П. К. Сілаєв, Р. П. Федоренко та ін.), комп'ютерного моделювання у фаховій підготовці майбутніх учителів і викладачів фізики (Р. В. Майер); задачний підхід до навчання теоретичної фізики (О. А. Коновал); принцип циклічності навчання фізики (В. Г. Разумовський); методичні основи навчального фізичного експерименту (О. І. Бугайов, С. П. Величко, В. П. Вовкотруб, М. І. Садовий та ін.).

Теоретичну основу дослідження становлять наукові постулати загальної теорії систем (П. К. Анохін, Л. Берталанфрі, І. В. Блауберг, В. М. Садовський, Е. Г. Юдін та ін.); положення теорії контекстного навчання (А. О. Вербицький); психолого-педагогічні основи пізнавальних процесів (Л. С. Виготський, І. Л. Лойфман, С. Л. Рубінштейн та ін.); основи теорій підвищення якості знань (В. В. Краєвський, І. Я. Лернер, М. М. Скаткін), розвивального навчання (В. В. Давидов, Б. Д. Ельконін), концептуальні засади системи узгоджувального навчання (Б. О. Комаров); положення теорії інтеграції освіти (Т. Г. Браже, І. М. Козловська) та міждисциплінарних зв'язків (О. Ю. Афансьєв, В. К. Сидоренко, Л. А. Шестакова); принципи фундаменталізації (Л. С. Йолгіна, В. В. Кондратьєв, В. В. Краєвський, В. О. Тестов та ін.) та інформатизації освіти (М. І. Жалдак, Ю. В. Триус); теорія змісту та методів навчання (М. М. Скаткін, В. О. Сластьонін, А. В. Хуторський та ін.); закономірності функціонування методичних систем навчання (В. П. Беспалько, О. І. Іваницький, Н. В. Кузьміна, О. М. Новіков, О. М. Пехота та ін.); теорія розв'язування задач (В. П. Беспалько).

Для досягнення поставленої мети, перевірки сформульованої гіпотези та розв'язання завдань використано комплекс **методів дослідження**. До них належать *теоретичні методи*: аналіз психолого-педагогічної, науково-методичної літератури, державних стандартів освіти, освітньо-кваліфікаційних характеристик та освітньо-професійних програм педагогічних напрямів (спеціальностей), навчальних планів підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики, навчальних програм, підручників, навчальних посібників, нормативних документів, змісту навчальних дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики для з'ясування проблем фізичної освіти в умовах організації навчального процесу з погляду компетентнісного підходу до визначення цілей і результатів навчання; виявлення можливостей інтегрованого підходу до навчання ММФ шляхом комплексного використання фундаменталізації, міждисциплінарної інтеграції, контекстного, інформаційного та компетентнісного підходів; *синтез* – для визначення найбільш доцільної побудови курсу ММФ, який забезпечить реалізацію інтегрованого підходу; обґрунтування висновків на різних етапах дослідження; *системний підхід* – для дослідження педагогічного об'єкта «процес навчання математичних методів фізики майбутніх учителів і викладачів фізики» з погляду методичної системи; *моделювання* – для побудови структурно-функціональної моделі формування і розвитку математичної компетентності з фізики студентів з позицій інтеграційного підходу до навчання ММФ у взаємодії зі змістом дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики; *емпіричні методи*: спостереження за процесом навчання фізики

професійно зорієнтованих дисциплін для визначення інтеграційного змісту навчання ММФ; *анкетування* – з метою виявлення проблем підготовки студентів до фахової діяльності та напрямів реалізації інтегрованого підходу до формування і розвитку математичної компетентності з фізики в навчанні ММФ та теоретичної фізики; *тестування* – на етапі діагностики навчальних досягнень студентів перед початком запровадження нововведень і на етапі визначення педагогічної ефективності методичної системи навчання математичних методів фізики в педагогічних (МСН ММФ) університетах і запропонованої моделі компетентнісно зорієнтованого навчального процесу щодо формування і розвитку математичної компетентності з фізики; *педагогічний експеримент* – для перевірки ефективності МСН ММФ через зміст навчальної дисципліни «Математичні методи фізики»; *статистичні методи* – на етапі математичного опрацювання даних і презентації результатів педагогічного дослідження, що уможливило здійснення кількісного та якісного аналізу сукупності емпіричних показників.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

– *уперше* в вітчизняній педагогічній науці *розроблено* відкриту, динамічну й диверсифіковану методичну систему та структурно-функціональну модель процесу формування й розвитку математичної компетентності з фізики майбутніх учителів і викладачів фізики в навчанні математичних методів фізики та теоретичної фізики в педагогічних університетах, що ґрунтуються на комплексному застосуванні фундаменталізації, міждисциплінарного, контекстного, інформаційного і компетентнісного підходів; *створено* загальну концепцію розроблення й упровадження методичної системи навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах, що передбачає формування та розвиток у майбутніх учителів і викладачів фізики математичної компетентності з фізики і містить такі розділи: актуальність і доцільність, мета і завдання, концептуальні положення, умови і вимоги, забезпечення, перспективи розвитку; методична система складається з концептуальної основи, цільового, змістового, процесуального й результативного компонентів, взаємозв'язок і функціонування яких забезпечується шляхом виконання комплексу педагогічних і організаційно-методичних умов та передбачає реалізацію методологічної, професійно орієнтувальної, інтегративної, розвивальної та прогностичної функцій; *обґрунтовано* можливість застосування порівняльно-узгоджувального підходу до цілеспрямованого формування в студентів математичної компетентності з фізики, який передбачає виокремлення інтегративного компонента (фізичний закон або принцип – математичне співвідношення або рівняння), порівняння його зі змістом навчання математичних методів фізики та теоретичної фізики й узгодження з процесуальною основою навчання теоретичної фізики в структурі навчально-пізнавальної діяльності студентів;

– *уточнено* поняття математичної компетентності з фізики як інтегрованої динамічної характеристики особистісних якостей майбутнього вчителя і викладача фізики, що характеризує його готовність і здатність застосовувати в навчальній та професійній діяльності методи математичного моделювання фізичних систем, явища або процесу у фізичній системі з погляду законів або принципів фізики в прийнятих теоретичних схемах;

– *удосконалено* методичні прийоми щодо розвитку творчих здібностей студентів у процесі навчання теоретичної фізики з погляду «принципу циклічності»; зміст, структуру й методику організації та проведення занять з навчальної дисципліни «Математичні методи фізики», зорієнтованої на формування математичної компетентності з фізики за структурою визначених компонентів: когнітивного (знання фахової наукової дисципліни – математичної фізики), діяльнісного (уміння в змісті курсу математичних методів фізики розв’язувати навчальні проблеми, задачі, ситуації), особистісного (мотивація, ціннісно-рефлексивні, емоційно-вольові особистісні якості тощо);

– *подальшого розвитку набули* принципи добору професійно зорієнтованого навчального матеріалу з фізики щодо навчання математичних методів фізики; методичні засади проведення лекційних занять в умовах реалізації міждисциплінарних зв’язків курсів математичних методів фізики та теоретичної фізики; методичні підходи до розв’язування задач з математичних методів фізики прикладного змісту.

Практичне значення одержаних результатів: *обґрунтовано* методичні підходи до формування математичної компетентності з фізики (МКФ), що забезпечують практичне спрямування процесу навчання ММФ на реалізацію контекстного та інформаційного підходів, зокрема із залученням навчального фізичного експерименту, математичних інформаційних пакетів тощо; *упроваджено* в навчальний процес методичні розробки щодо вивчення студентами вибраних питань теоретичної фізики з погляду різних теоретичних схем (принципу симетрій [31], принципу відповідності [12], законів збереження [33; 39], співвідношень невизначеностей [21; 41; 48] ефекту квантування магнітного потоку [45]), навчальні посібники: «Математичні методи фізики» (гриф МОНмолодьспорту, лист № 1/11-3130 від 06.03.2012), «Термодинаміка і статистична фізика» (гриф МОНмолодьспорту, лист № 1/11-12975 від 08.08.2012), «Фізика твердого тіла» (рекомендовано вченою радою КДПУ ім. В. Винниченка, протокол № 1 від 29.08.2014).

Результати дисертації впроваджено в навчальний процес ВНЗ України: Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (довідка від 19.06.2014 № 258/03), Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (довідка від 17.04.2015 № 24), Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (довідка від 14.05.2015 № 1259/01), ДВНЗ «Запорізький національний університет» (довідка від 19.05.2015 № 01-15/90), Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка (довідка від 28.05.2015 № 14), Херсонського державного університету (довідка від 10.06.2015 № 01-28/1299), Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (довідка від 18.06.2015 № 07-10/1308), Рівненського державного гуманітарного університету (довідка від 23.06.2015 № 103), Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (довідка від 10.07.2015 № 874).

Експериментальну перевірку авторської МСН ММФ здійснено у 2005–2015 рр. на фізико-математичному факультеті Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка та окремих її

складників – на експериментальних майданчиках у вищевказаних ВНЗ. У експерименті брали участь 976 студентів і 68 викладачів.

Особистий внесок здобувача викладено в працях, написаних разом із співавторами, у яких здобувачеві належать такі результати дослідження: підібрано зміст задач і завдань зі шкільного курсу фізики [5; 8; 9] та експериментальних завдань з курсу загальної фізики [6; 7] для реалізації професійної спрямованості навчання математичних методів фізики, обґрунтовано доцільність таких упроваджень [32], зокрема підібрано навчально-методичне забезпечення для організації самостійної роботи студентів [37; 45]; обґрунтовано доцільність структурованого тестування в курсі теоретичної фізики [36]; визначено особливості реалізації дидактичних принципів навчання фізики в умовах реформування фізичної освіти [40]; спроектовано зміст навчальних посібників з погляду інтегрованого навчання ММФ [4] і теоретичної фізики [2; 3]; запропоновано варіант комплексного вивчення співвідношень невизначеностей [21; 41]; розроблено методику вивчення майбутніми вчителями і викладачами фізики принципу симетрії як принципу теоретичної фізики [66], обґрунтовано доцільність вивчення законів збереження з погляду онтологічної системи принципів симетрії-інваріантності-збереження в процесі вивчення вибраних питань теоретичної фізики [31]; обґрунтовано доцільність вивчення характеристичних функцій в термодинаміці на засадах ейдотехнологій [52].

Апробація результатів дослідження. Основні положення й результати дослідження викладено й обговорено на науково-методичних і науково-практичних конференціях, з-поміж яких *міжнародні*: «Стратегія розвитку образования» (Москва, 2007), «Инновационные технологии обучения в условиях глобализации рынка образовательных услуг» (Москва, 2008), «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін» (Київ, 2013), «Проблеми професійного становлення майбутнього фахівця в умовах сучасного освітнього простору» (Кіровоград, 2013), «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2013 – 2015), «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2013), «Сучасні тенденції навчання фізики в загальноосвітній та вищій школі : присвячена 100-річчю від дня народження І. В. Попова» (Кіровоград, 2014), «Проблеми професійного становлення майбутнього фахівця в умовах сучасного освітнього простору» (Кіровоград, 2014), «Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2014), «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (Херсон, 2014), «Pedagogy of the 21 st century : teaching in a world of constant information flow» : (Budapest, 2014), «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» (Київ–Кіровоград, 2014), «Проблеми професійного становлення майбутнього фахівця в умовах інтеграції до європейського освітнього простору» (Кіровоград, 2015), «Проблеми математичної освіти ПМО–2015» (Черкаси, 2015), «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2015), «Сучасні тенденції навчання фізики в загальноосвітній та

вищій школі» (Кіровоград, 2015); *всеукраїнські*: «Рішельєвські читання: проблеми та перспективи фізико-математичної освіти в контексті сучасних тенденцій розвитку освітнього простору та педагогічних технологій» (Одеса, 2009), «Актуальні проблеми підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін для сучасної загальноосвітньої школи» (Умань, 2012), «Чернігівські методичні читання з фізики 2013. Підвищення ефективності навчання фізики через поєднання різних форм і методів» (Чернігів, 2013), «Проблеми сучасного підручника» (Київ, 2013, 2014), «Інноваційно-комунікаційні технології навчання» (Умань, 2014), «Навчання фізики і астрономії у загальноосвітніх школах України: традиції й інновації» (Умань, 2015), «Особливості підвищення якості природничої освіти в технологізованому суспільстві» (Миколаїв, 2015); всеукраїнський науково-практичний семінар «Актуальні питання методики навчання фізики та астрономії у середній і вищій школах» Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (Київ, 2014); науково-методичні семінари «Сучасні проблеми дидактики фізики» кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (Кіровоград, 2008–2015).

Результати дослідження опубліковано в 67 наукових працях, із яких 49 написано без співавторів. Основні наукові результати дисертації представлено: 1 монографією; 3 навчальними посібниками; 45 статтями, з них 32 опубліковано в наукових фахових виданнях України, 6 – в іноземних періодичних виданнях, 7 – у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз. Публікації, що додатково розкривають результати дослідження, представлено: 5 навчально-методичними посібниками, 13 тезами.

Кандидатську дисертацію «Використання автоматичних пристроїв і функціональних вузлів ЕОТ у системі шкільного фізичного експерименту» (спеціальність 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) захищено в 1999 році в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова. Її матеріали в тексті докторської дисертації не використано.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (493 найменування), 10 додатків. Повний обсяг дисертації – 589 сторінок, основний текст становить 413 сторінок. У роботі подано 39 таблиць, 41 рисунок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** визначено наукову проблему, обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет дослідження, визначено наукову новизну і практичну значущість отриманих результатів, розкрито особистий внесок здобувача в працях, виконаних у співавторстві, подано відомості про впровадження, апробацію та публікацію результатів.

У першому розділі – **«Цілі та змістово-дидактичні напрями навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах з погляду еволюції вимог вищої освіти»** – розглянуто діалектику етапів розвитку вищої освіти України у формуванні нової освітньої парадигми.

Виявлено, що особистісно зорієнтована парадигма розвитку освіти зумовила

її розбудову на компетентнісній основі, яка віддзеркалює європейські погляди на оцінювання якості результатів освіти відповідно до цілей навчання, що вимагає реформування вищої освіти зі зміною орієнтирів з традиційної знанневої парадигми освіти на компетентнісну.

На відміну від кваліфікаційного змістового підходу, компетентнісний докорінно змінює орієнтири освіти і спрямовує навчальний процес на досягнення результатів, якими є ключові компетентності – такий комплекс якостей особистості, що дає змогу ефективно діяти в різних сферах життєдіяльності, зокрема й професійної. Головною вимогою до результатів розв’язання нових освітньо-професійних завдань є здатність застосовувати здобуті вміння для успішної професійної діяльності фахівця, поняття «здатність» визначено як структуровану систему вмінь. У контексті зазначених вимог виокремлено предметні, пов’язані з вивченням змісту фахових наукових дисциплін (знання, розуміння, уміння), і ключові компетенції (загальні академічні вміння та здатності).

У процесі аналізу системи типових завдань діяльності, визначених освітньо-кваліфікаційною характеристикою напряму 6.040203 Фізика* щодо професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики встановлено особисті якості студентів, які характеризують їхні уміння застосовувати методи математичного моделювання в емпіричних і теоретичних дослідженнях фізичних систем. З’ясовано, що компетентнісний підхід сприяє формуванню інтегрованої та динамічної комбінації зазначених умінь в результатах навчання студентів ММФ і теоретичної фізики.

Визначено місце МКФ в структурі професійної компетентності майбутнього вчителя та викладача фізики з-поміж ієрархічно супідрядних ключових, базових і спеціальних компетентностей. *Ключові* компетентності характеризують готовність і здатність фахівця розв’язувати професійні завдання в процесі застосування інформації, комунікації, соціальних основ поведінки особистості в суспільстві. *Базові* компетентності потрібні для професійної педагогічної діяльності вчителя та викладача фізики. *Спеціальні* компетентності віддзеркалюють специфіку методичної сфери професійної педагогічної роботи вчителя фізики основної або старшої школи, викладача фізики ВНЗ, тому розглядаємо їх як реалізацію ключових та базових компетентностей у методичній роботі фахівця.

Математична компетентність з фізики – одна з базових компетентностей учителя та викладача фізики, яка є інтегрованою динамічною характеристикою особистісних якостей студента, що засвідчує його готовність і здатність застосовувати в навчальній та професійній діяльності методи математичного моделювання фізичних систем, явища або процесу у фізичній системі з погляду законів або принципів фізики в прийнятих теоретичних схемах.

У поліпарадигмальній методологічній системі координат здійснено історико-педагогічний аналіз розвитку дидактичних підходів до навчання ММФ у контексті фахової підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики з 1950-х рр. минулого століття. Визначено п’ять умовних періодів:

1955–1979 рр. – провідною визнано знанневу парадигму освіти, що сприяла формуванню в майбутніх учителів і викладачів фізики системи математичних

знань на засадах формально-логічного підходу, досвід упровадження якого засвідчив, що для підвищення якості фізико-математичної освіти слід звернути увагу на фундаменталізацію змісту та професійно-прикладну спрямованість навчання ММФ в педагогічних інститутах.

1980–1990 рр. – період дидактичного пошуку шляхів модернізації системи фундаментальної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики. Актуальними виявилися підходи, зв'язані із загальнодидактичними принципами фундаментальності, професійної спрямованості (контекстне навчання, розвиток ідей діяльнісного підходу) і міждисциплінарного підходу як передумови виникнення біполярної знанневої й особистісно зорієнтованої парадигми освіти.

Застосування обчислювальної техніки в галузі математичної фізики сприяло формуванню предметно-інформаційного та інформаційно-комунікаційного підходів до навчання ММФ.

1991–2002 рр. – період пошуку нової освітньої парадигми, пошук і реалізація комплексних підходів до навчання фізики із пануванням провідних ідей особистісно зорієнтованої освіти. Пріоритетність особистісно зорієнтованого підходу до навчання зумовлена впровадженням ідей гуманізації та гуманітаризації в освіту і визначенням передумов упровадження компетентнісного підходу в освіті.

2003–2010 рр. – період парадигмальної визначеності, який розпочався з проголошення нової освітньої парадигми, пріоритетом якої визначено особистісну зорієнтованість освіти. Упроваджено галузеві стандарти другого покоління, які були компетентнісними за сутністю, проте формально не суперечили знанневому, інтеграційному, контекстно-предметному, діяльнісному й іншим підходам. Спостерігався розвиток компетентнісного підходу за всіма напрямками його реалізації: від оцінювання на рівні термінів навчання до управління навчально-пізнавальною діяльністю. Потребу врахування переваг різних парадигм освіти, яка б не заперечувала можливість вибору і поєднання різних підходів визначено як передумову інтегрованого підходу.

2011–2015 рр. – період упровадження і практичної реалізації компетентнісної парадигми розвитку освіти. Актуалізовано завдання з пошуку теоретичної основи МСН ММФ у педагогічних університетах та визначено доцільність застосування інтегрованого підходу, що об'єднує переваги знанневої, контекстної та компетентнісної парадигм освіти.

З'ясовано, що основною тенденцією розвитку дидактичних підходів, реалізованих у практиці навчання фізики в педагогічних університетах, є поступовий і поетапний перехід до їх комплексного застосування.

У другому розділі – **«Теоретична основа методичної системи навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах»** – розкрито дидактичну роль кожного з етапів у ствердженні нової освітньої парадигми й обрано інтегрований підхід, який поєднує переваги знанневої, контекстної та компетентнісної парадигм розвитку освіти з провідною роллю компетентнісної, *теоретичною основою* МСН ММФ, розкрито дидактичні функції кожного з методологічних напрямів інтегрованого підходу. Кожна з парадигм розвитку освіти уможливила вибір несуперечливих і сумісних дидактичних підходів, які

забезпечують процес формування і розвитку математичної компетентності з фізики в МСН ММФ. Виявлено, що основною тенденцією розвитку дидактичних підходів, реалізованих у практиці навчання ММФ під час підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики, є поступовий та поетапний перехід до їх комплексного застосування. Дидактична основа МСН ММФ поєднує принципи: фундаменталізації, професійної спрямованості навчання, міждисциплінарної інтеграції й інформатизації, кожен з яких детермінує відповідні підходи до навчання ММФ (рис. 1).



Рис. 1. Теоретична основа методичної системи навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах

З'ясовано, що *фундаменталізація* забезпечує формування в студентів довготривалої системи фундаментальних знань і вмінь з ММФ, які забезпечують здатність майбутніх учителів і викладачів фізики використовувати набуті знання і вміння в подальшій навчальній та професійній діяльності. Важливо визначення не лише стійкого (інваріантного) ядра змісту навчання, але й показників інтегративності навчальної дисципліни через наступність у розгортанні її змісту й структури з урахуванням процесуального професійно зорієнтованого складника навчання, тобто досягнення не паралельного співіснування, а органічного міждисциплінарного синтезу в межах концепції цілісності професійної освіти.

На основі принципу фундаменталізації визначено сім концептуальних засад побудови змісту навчання ММФ: 1) засвоєння математичної фізики на класичному, некласичному та постнекласичному етапах її розвитку для з'ясування генезису базових навчальних елементів і способів діяльності студентів з урахуванням дидактичних вимог до подання різних видів занять, підпорядкованих можливостей студентів, мотиваційних факторів щодо вивчення математичних методів фізики;

2) визначення змісту ММФ з урахуванням теоретичних основ математичної фізики та її прикладної спрямованості щодо теоретичної фізики; 3) проектування процесу формування понять: а) класичних розділів математичної фізики як однорідного, що вимагає дотримання логіки розгортання навчального матеріалу, за якого математичний рівень узагальнень передує теоретичному узагальненню фізичних знань; б) некласичних та постнекласичних розділів математичної фізики як внутрішньо не однорідного, в навчанні якого не обов'язково дотримуватися логіки розгортання навчальної дисципліни, за якою математичний рівень узагальнень передує теоретичному узагальненню фізичних знань; 4) забезпечення наступності змістових ліній та теоретичних узагальнень базових навчальних елементів з урахуванням прикладної спрямованості й варіативності способів розв'язування навчальних та практичних завдань на рівні міждисциплінарних взаємозв'язків математичних методів фізики й теоретичної фізики; 5) урахування єдності наочного та психологічного аспектів процесу змістового узагальнення суб'єктів навчання, особливостей абстрактно-логічного, теоретичного, критичного й інших типів мислення та зорієнтованості на теоретичний рівень узагальнення в розвитку мислення; б) окреслення змістових ліній узагальнення методологічних компетенцій, що сприяють розвитку методологічної культури студентів, ініціалізації, розвитку та реалізації їх творчого потенціалу, а також усвідомленого підходу до реалізації свободи вибору оптимального варіанту змісту й технології навчання ММФ та стимулюванню внутрішньої потреби в подальшому саморозвитку й самоосвіті; 7) створення психологічних, педагогічних, організаційно-методичних, матеріально-технічних, ергономічних умов для розвитку дослідницько-пошукової та творчої активності студентів під час розв'язування професійно зорієнтованих завдань контекстного змісту. Відповідно визначено чотири рівні сформованості знань і вмінь з ММФ: *предметний* – засвоєння *базового* знання з математичної фізики; *фундаментальний* – засвоєння інтегрованого за методологічною ознакою (математичне моделювання) фундаментального знання (щодо універсальності математичних методів фізики, єдності теоретичного й емпіричного в пізнанні природи, об'єктивності емпіричних законів і теоретичних принципів фізики); *загальнопрофесійний* – розвиток навчальних і професійних умінь, теоретичного мислення, творчої активності в структурі навчально-пізнавальної діяльності з теоретичної фізики; *особистісний* – розвиток особистісних якостей та інтересів студентів: мотиваційних, інтелектуальних, етичних; поведінкових, ідентифікаційних якостей: професійної самооцінки, задоволеності професією, взаєминами тощо; комунікативних, соціалізації й взаємодії в процесі професійної діяльності: світоглядних і громадських якості особи тощо.

Виявлено, що цілеспрямованому формуванню знань і вмінь з ММФ на загальнопрофесійному і особистісному рівнях сприяють зорієнтовані на професійну діяльність контекстний та міждисциплінарний підходи, що актуалізує потребу їх застосування.

Покладаючись на принципи *контекстного навчання* А. О. Вербицького, вважаємо, що зміст навчального матеріалу, форми, методи й засоби навчання ММФ майбутніх учителів і викладачів фізики мають відповідати системній логіці побудови курсу теоретичної фізики й моделювати в навчально-

пізнавальній діяльності студентів контекст квазіпрофесійної діяльності. Контекстний підхід поєднує змістову і процесуальну основи навчання ММФ, тому його забезпечено методикою розв'язування задач і завдань, що представлено в посібниках, упроваджених у практику роботи.

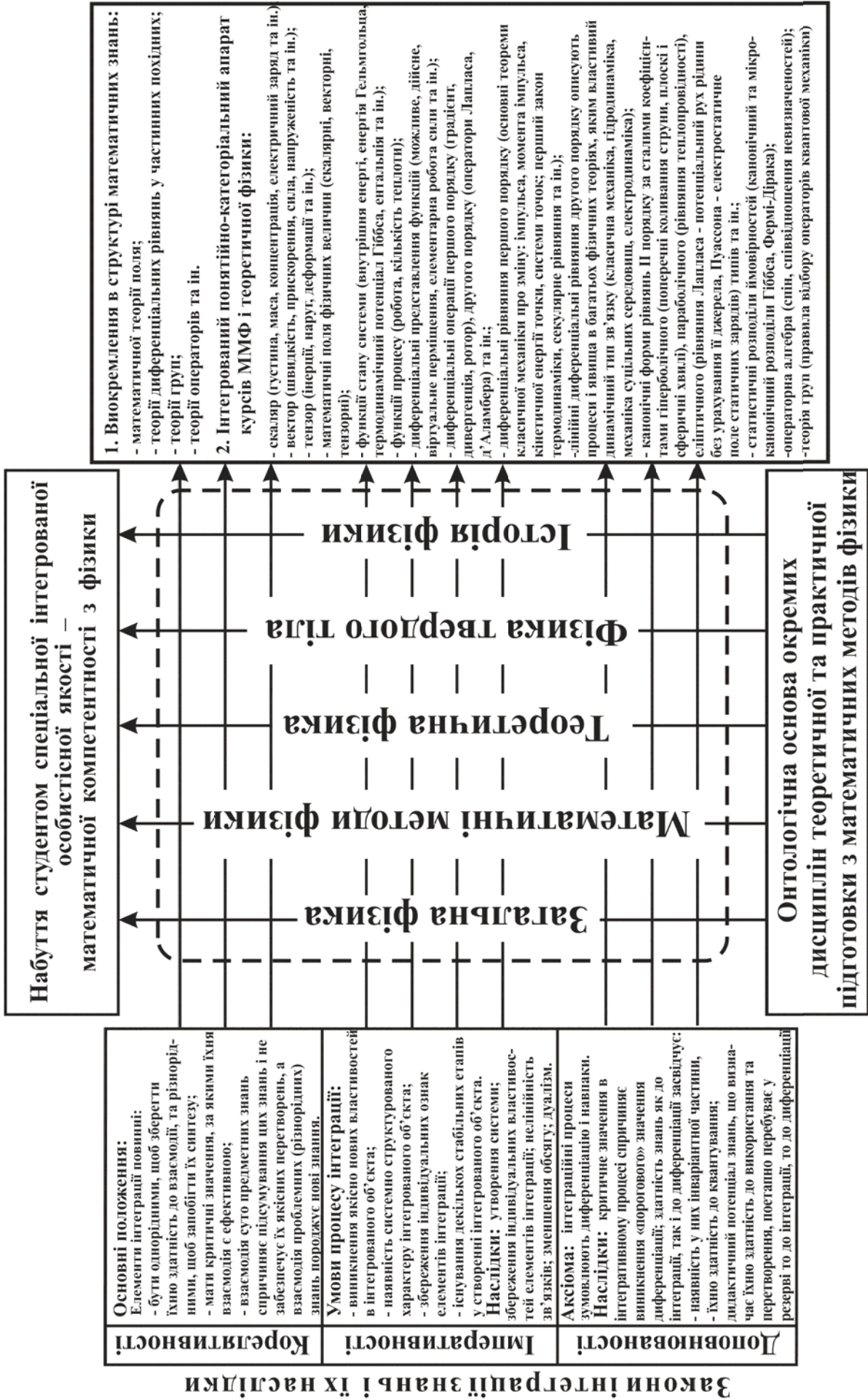
Інформаційний підхід є дидактичною умовою організації навчально-пізнавальної діяльності студентів з ММФ і теоретичної фізики щодо математичного моделювання фізичних систем і засвоєння методів дослідження коректності створених при цьому математичних задач за допомогою: а) методів побудови дискретних аналогів диференціальних завдань і алгоритмів їх розв'язання для здійснення обчислювального експерименту із залученням комп'ютерної техніки (предметно-інформаційний контекст), що сприяє формуванню предметно-інформаційної компетентності – готовності і здатності студента застосовувати зазначені методи в навчальній та професійній діяльності; б) засобів інформаційних комп'ютерних технологій (ІКТ), ліцензійного і вільно поширювального програмного забезпечення, математичних інформаційних пакетів, мережі Інтернет, освоєння студентами прикладного програмного забезпечення (інформаційно-комунікаційний контекст), сприяючи формуванню ключової інформаційно-комунікаційної компетентності – готовності та здатності майбутнього фахівця застосовувати в навчальній та професійній діяльності ІКТ. Педагогічними умовами реалізації інформаційного підходу в навчанні ММФ є досвід застосування студентами комп'ютерної техніки, засобів ІКТ і засноване на цьому досвіді розуміння ролі ІКТ як інтелектуального інструментарію в професійній діяльності.

Відповідно до законів і закономірностей інтеграції знань (корелятивності, імперативності, доповнюваності) та їхніх наслідків (за І. М. Козловською) визначено структуру інтеграційного підходу до навчання ММФ майбутніх учителів і викладачів фізики з метою формування в них МКФ (рис. 2).

Обґрунтовано доцільність реалізації інтеграційного підходу до навчання ММФ у професійній підготовці майбутніх учителів і викладачів фізики як одного із засобів, спроможного уніфікувати, об'єднати й сконцентрувати знання на основі взаємопроникнення його елементів, зміцнення й ускладнення зв'язків між ними.

Установлено, що процес інтеграції є набагато ширшим, ніж поняття «міждисциплінарні зв'язки», які віддзеркалюють у змісті дисциплін ті діалектичні взаємозв'язки, які об'єктивно діють у природі та пізнаються сучасними науками. Інтеграція зміцнює не лише зв'язок, але й забезпечує взаємопроникнення змісту дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики.

Досвід розвитку будь-якої методичної системи навчання вказує на те, що повинні створюватись умови для інтеграційної пізнавальної діяльності студентів, що сприяє формуванню в них цілісного світорозуміння та світогляду. З цього погляду проблема формування і розвитку математичної компетентності з фізики розв'язується на *міждисциплінарному рівні*, що сприяє подоланню суперечності між необхідністю забезпечення високого рівня інтеграції наукових знань математичної і теоретичної фізики та диференціацією навчальних дисциплін «Математичні методи фізики» і «Теоретична фізика» в циклі професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики для розв'язання: гносеологічних проблем у навчально-пізнавальній діяльності з теоретичної фізики



Закономі інтеграції знань і їх наслідки

Рис. 2. Структура інтеграційного підходу до навчання математичних методів фізики майбутніх учителів і викладачів фізики

на засадах математичного моделювання фізичних явищ і процесів; методичних під час аналізу фізичного явища або процесу з погляду різних теоретичних схем, сприяючи розвитку мислення, творчих та інтелектуальних здібностей студентів; практичних під час адаптації наукових знань до площини шкільних умов або ВНЗ.

З'ясовано, що інтеграцію забезпечують інтегративні чинники: складні об'єкти пізнання, методи дослідження, наукові ідеї та теорії, цілі науки та наукові картини світу. В навчанні ММФ інтегративними чинниками є понятійно-категоріальний апарат математичної фізики, стрижневі осередки змісту: диференціальні характеристики скалярних, векторних і тензорних полів, класи диференціальних рівнянь, елементи теорії ймовірностей, математичної теорії груп тощо.

Важливим для визначення місця ММФ у процесі навчання теоретичної фізики було встановлення зв'язку, за якого її зміст наповнюється елементами та фактами курсу ММФ, забезпечуючи віддзеркалення взаємодії математичних, теоретичних і емпіричних методів пізнання природи. Установлено, що комплексне міждисциплінарне знання є більш змістовним, ніж знання окремих наук, оскільки кожна з наукових дисциплін через диференціацію охоплює лише певне коло проблем. З огляду на це, найбільш перспективним є напрям міждисциплінарної інтеграції, яка забезпечує не лише статичний зв'язок між дисциплінами, але й взаємопроникнення змісту уособлених навчальних дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики в єдиному освітньому просторі, у якому спостерігається цілісний потенціал розвитку завдяки використанню традиційних та інноваційних педагогічних технологій навчання.

З'ясовано, що міждисциплінарні зв'язки є дидактичною умовою реалізації освітніх, розвивальних, виховних функцій, виконують методологічні, конструктивні та формувальні функції, сприяючи підвищенню науковості і доступності навчання, пізнавальної активності, покращуючи якість знань. Встановлено, що врахування міждисциплінарних зв'язків у навчанні ММФ: а) сприяє цілісному і системному засвоєнню фізико-математичних знань, проявляючи специфіку міждисциплінарного комплексу наукових знань до поєднання субстратної різноманітності та функціональної єдності на відміну від проблеми організації знань; б) забезпечує віддзеркалення в змісті навчання ті діалектичні взаємозв'язки, що об'єктивно існують у природі і пізнаються сучасними науками; в) забезпечує віддзеркалення основних понять і методів, що розкриваються під час занять з інших дисциплін (в курсі загальної фізики математичні методи є засобом систематизації й інтерпретації експериментальних даних в умовах навчального фізичного експерименту, в курсі теоретичної фізики – сприяють віддзеркаленню структури фізичних теорій, постановці задач, врахуванню умов для отримання часткових розв'язків тощо). З цього погляду міждисциплінарні зв'язки є особливо важливими факторами формування, розвитку й утримання цілісності структури МСН ММФ, у такий спосіб, щоб забезпечити можливість вироблення нової *інтегрованої* якості віддзеркаленої в *результативному компоненті* методичної системи (МС) – МКФ.

Обґрунтовано, що *інтегрований підхід* до навчання ММФ передбачає комплексну реалізацію: фундаменталізації змісту навчання; міждисциплінарного підходу до професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики;

контекстного навчання (теоретичного, прикладного, професійно зорієнтованого контекстів); інформаційного підходу (предметно-інформаційного й інформаційно-комунікаційного контекстів); компетентнісного підходу. Обґрунтування кожного з підходів теоретичної основи МСН ММФ здійснено з погляду порівняння компетентнісної і традиційної парадигм освіти в разі їх упровадження в навчальний процес щодо підвищення якості знань згідно з класифікацією І. Я. Лернера.

У третьому розділі – **«Методологічні засади розроблення методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах»** – з погляду системного підходу до аналізу процесу формування та розвитку МКФ майбутніх учителів і викладачів фізики виявлено, що в цьому процесі виявляються такі системні ознаки: наявність структурних компонентів; зв'язки між цими компонентами; інтегративні якості; функціональні характеристики; цілеспрямованість; комунікативні властивості; спадкоємність; управління і розвиток. Це дає підстави розглядати системний підхід як методологічну основу розроблення й проектування МСН ММФ на засадах принципів загальної теорії систем.

Моделювання є універсальним методом і дозволяє об'єднати в педагогічному дослідженні теоретичне й емпіричне. Під час добору методології розроблення та впровадження компетентнісно зорієнтованої МСН ММФ це виявилось для нас найбільш привабливим, оскільки уможливило в процесі формування і розвитку МКФ студентів у навчанні математичних методів фізики та теоретичної фізики створення моделі квазіпрофесійної діяльності, яка готує майбутніх учителів і викладачів фізики до співпраці з вихованцями. Така модель є структурно-функціональною основою, що слугує аналогом реального педагогічного процесу.

На засадах системного підходу та методу педагогічного моделювання визначено структуру компонентів МСН ММФ, з-поміж яких цільовий, змістовий, процесуальний та результативний.

Проектування цілей здійснено за такою ієрархією: цілі суспільства (соціальне замовлення) – *глобальні*; позиція особистості – *стратегічні*; загальні цілі функціонування *педагогічної системи* щодо професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики – *етапні*; цілі функціонування *дидактичної системи навчання фізики* майбутніх учителів і викладачів фізики на різних рівнях її прояву та існування – *локальні*; цілі функціонування МС у межах кожної окремої дисципліни циклу професійної та практичної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики – *тактичні*; цілі функціонування МС у змісті розділів і тем дисципліни – *проміжні*; цілі педагогічного процесу, який виявляється в його елементарних формах (лекція, практичне заняття, самостійна робота, науково-дослідна робота та ін.) – *оперативні*.

Встановлено, що проблему цілеспрямованого формування МКФ слід розв'язувати, шукаючи універсальний механізм – *порівняльно-узгоджувальний підхід* (рис. 3), який передбачає виокремлення інтегративного компонента (фізичний закон або принцип – математичне співвідношення або рівняння), порівняння його зі змістом навчання математичних методів фізики і теоретичної фізики та узгодження з процесуальною основою навчання теоретичної фізики в структурі навчально-пізнавальній діяльності студентів.

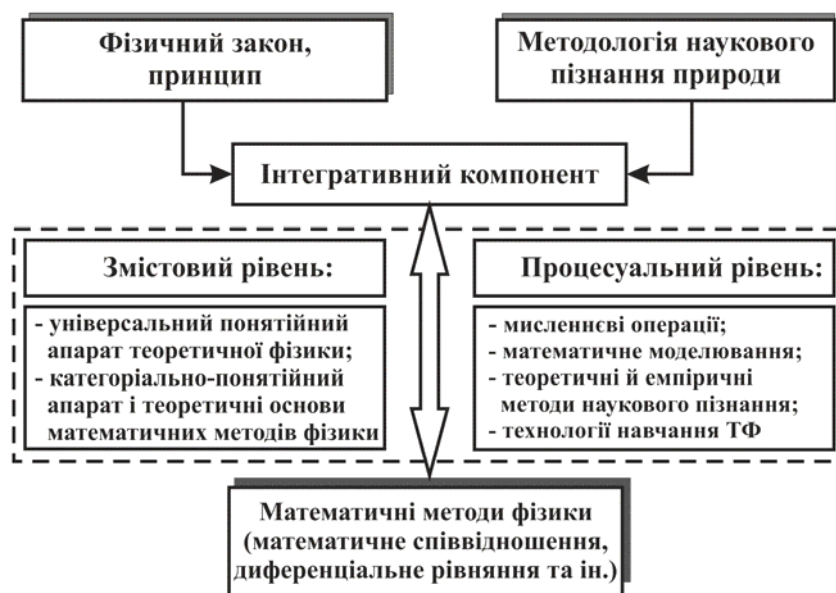


Рис. 3. Схема реалізації порівняльно-узгоджувального підходу щодо цілеспрямованого формування математичної компетентності з фізики

Універсальними елементами навчально-пізнавальної діяльності студентів на процесуальному рівні є узагальнені прийоми розумової діяльності (мисленнєві операції), математичне моделювання, теоретичний і емпіричний методи наукового пізнання, а на змістовому – універсальний понятійний апарат математичної та теоретичної фізики, ключові символні та знакові категорії математики. Потребу в такому підході викликано тим, що реалізація міжпредметних зв'язків на процесуальній основі методичної системи створює умови для цілеспрямованої підготовки студентів до сприйняття різних навчальних дисциплін як єдиного цілого, що пізнається на основі єдиного механізму навчального пізнання. Багатовимірну структуру сучасної фізичної картини світу, закони і принципи фізики, різні теоретичні схеми, методологію наукового пізнання природи, наукового світогляду поєднано в цілісному механізмі навчально-пізнавального процесу.

Теоретико-методологічною основою порівняльно-узгоджувального підходу є комплексна реалізація семіотичного та герменевтичного підходів.

Семіотичний підхід забезпечує порівняння знакових категорій математики, що дає змогу дослідити будь-які системи як самодостатні цілісні утворення в єдності їхніх іманентних характеристик, побачити взаємозалежність і взаємозумовленість опозицій, які раніше розглядались як протидіючі, та узгодити їх з реальністю.

Герменевтичний підхід сприяє формуванню розуміння, інтерпретації та поясненню фізичних процесів і явищ. Його роль полягає в тому, що вибір стратегії навчання слід покласти не на інтуїтивні дії викладача, а визначати усвідомленим підходом до цілеспрямованого формування особистісних якостей стосовно кожного конкретного студента в процесі здійснення ним пізнавальної діяльності.

У четвертому розділі – «**Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах**» – для практичної реалізації процесу формування й розвитку МКФ ми створили загальну концепцію розроблення й упровадження МСН ММФ.

З огляду на те, що стратегічною метою МСН ММФ є формування і розвиток

МКФ, з-поміж функцій, які має виконувати МС виділено такі: *методологічну* для уможливлення використання в змісті навчання теоретичної фізики категоріально-понятійного апарату та теоретичних основ математичної фізики, значущих для професійної діяльності майбутніх учителів і викладачів фізики; *професійно орієнтувальну* – проникнення змісту навчання ММФ до структури практичного складника курсу теоретичної фізики; *інтегративну* – формування системності знань з ММФ на основі глибокого розуміння сучасних проблем теоретичної фізики; *розвивальну* – розвитку мислення, пізнавальної активності, самостійності та творчих здібностей студентів; *прогностичну* – формування МСН ММФ з визначенням перспектив їх подальшого розвитку.

На засадах системного підходу та методу педагогічного моделювання обґрунтовано структурно-функціональну модель процесу формування і розвитку МКФ за етапами розроблення й упровадження МС (рис. 4): *перший етап* передбачав вибір предмета та мети дослідження й обґрунтованого вибору теоретичних і методологічних основ формування і розвитку МКФ; *другий етап* – створення концепції розроблення й упровадження компетентісно зорієнтованої МСН ММФ, урахування педагогічних і організаційно-методичних умов для її функціонування; *третій етап* – проектування цільового, змістового, процесуального та результативного компонентів МС через діагностику, цілепокладання, планування, структурування, прогнозування; *четвертий етап* – розроблення критеріїв, показників і рівнів сформованості, розвитку МКФ.

Пропонована структурно-функціональна модель дозволяє визначити та уточнити практичні кроки реалізації МСН ММФ (рис. 5), яка складається з шести блоків: Блок *концептуальної основи* МС містить концептуальну ідею, теоретичний, методологічний та методичний концепти, що розкривають теоретичні, методологічні та методичні засади розроблення МСН ММФ. *Цільовий, змістовий, процесуальний* блоки пояснюють сутність МСН ММФ, визначаючи особливості та відмінності її складників від інших МС. *Результативний* блок містить апарат для визначення результативності її впровадження та демонструє результати моніторингу рівнів сформованості МКФ, аналіз отриманих результатів і можливості коригування МС з метою її поліпшення. Блок *педагогічних і організаційно-методичних умов* визначає чинники, які найбільшою мірою впливають на результати впровадження методичної системи.

Цільовий компонент МС представлено стратегічною метою, тактичними цілями та цільовими завданнями, виконання яких дозволяє досягнути запланованих результатів. Визначення змістового компонента МС здійснено з урахуванням компонентів змісту курсу математичних методів фізики і теоретичної фізики, окреслених ОПП, авторськими навчальними програмами для встановлення елементів знань і способів дій; переліку компетентностей, які слід сформувати відповідно до їхньої структури, яку з'ясовано за результатами аналізу відповідності між змістово-процесуальними основами навчання ММФ та теоретичної фізики й вимогами компетентісної освіти.

Змістовий компонент МС об'єднує два складники, що забезпечуються змістом навчання дисципліни «Математичні методи фізики» і курсом теоретичної фізики щодо підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики.

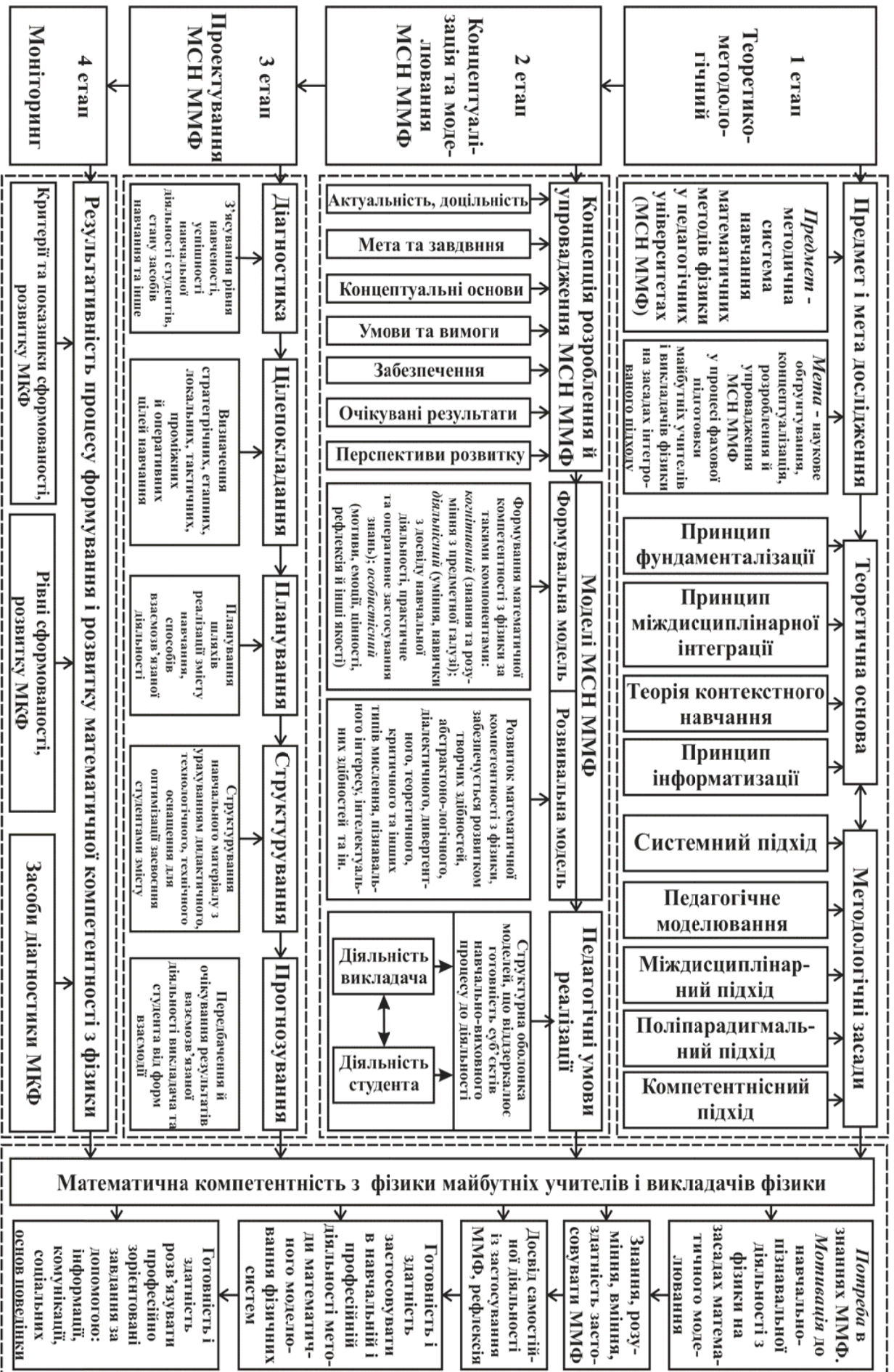


Рис. 4. Структурно-функціональна модель процесу формування і розвитку математичної компетентності з фізики майбутніх учителів і викладачів фізики в навчанні математичних методів фізики та теоретичної фізики

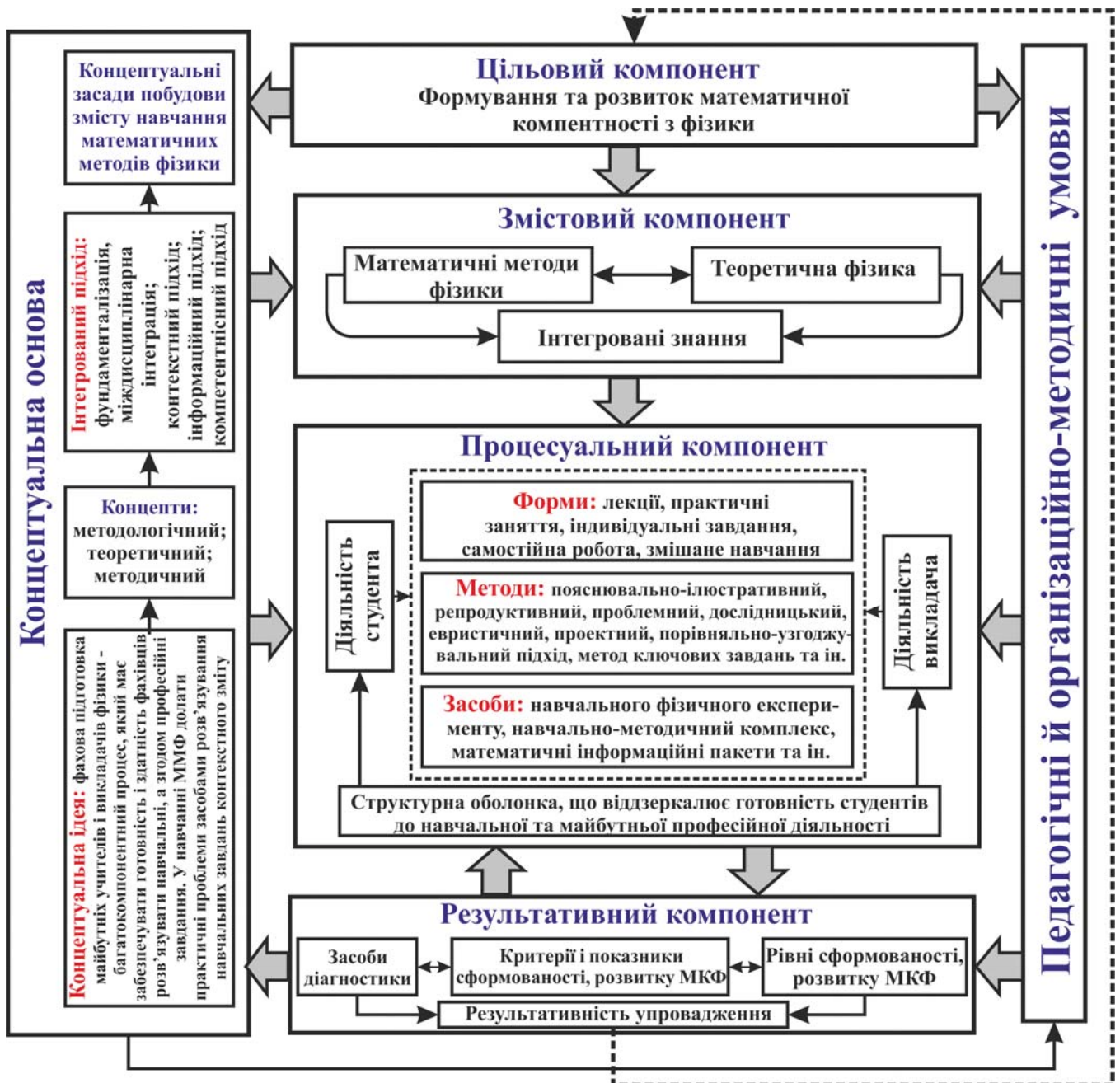


Рис. 5. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах

Особливість процесуального компонента розробленої МС полягає в підсиленні уваги до застосування продуктивних методів навчання (проблемного, евристичного, дослідницького), методу проектів, порівняльно-узгоджувального підходу щодо цілеспрямованого формування МКФ, засобів навчання, до яких належать навчально-методичний комплекс, засоби навчального фізичного експерименту, математичні інформаційні пакети для розв'язування завдань з ММФ контекстного змісту. З-поміж форм організації навчальної діяльності студентів пріоритетними визначено індивідуальну й групову роботу, урізноманітненні форми самостійної роботи, змішаного навчання, зокрема в модульному об'єктно-орієнтованому динамічному навчальному середовищі MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), інформаційному гіпертекстовому вікі-середовищі.

Упровадження МС спроектовано на рівні модуля, розділу, теми, педагогічної ситуації, визначено необхідні для цього *педагогічні умови*: забезпечення позитивної і стійкої мотивації до навчальної діяльності у формі навчально-пізнавального інтересу, формування в студента вміння самостійно визначати цілі та завдання навчальної діяльності, увага до захоплень, потреб студентів з боку викладачів; забезпечення відповідності змісту навчальної діяльності особистісним нахилам студента завдяки варіативності пропонованих для виконання індивідуальних завдань контекстного змісту; формування в студента досвіду самостійної діяльності розв'язування завдань з математичного моделювання фізичних систем, явища або процесу у фізичній системі, що відповідають змісту та вимогам навчальної програми дисципліни з акцентом на самостійних розробках, спостереженнях, відчуттях, узагальненнях, співставленнях; *організаційно-методичні умови*: створення навчально-методичних комплексів дисциплін на засадах компетентнісного підходу для забезпечення і ефективного управління навчальною діяльністю студентів; розроблення методичних рекомендацій, які забезпечують розв'язання завдань професійно зорієнтованого змісту та дозволяють бути успішним у різноманітних ситуаціях професійної діяльності.

Діагностика реального стану кожної з окреслених педагогічних умов виявила їх невідповідність вимогам компетентнісного навчання й обумовила потребу розроблення методичних матеріалів, які було використано на формувальному етапі педагогічного експерименту.

Визначено *базовий, узагальнювальний та інтеграційний* етапи проектування МС та їхні функції в практичній реалізації цієї системи в умовах міждисциплінарної інтеграції зв'язків циклу дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів фізики за цілями, змістом, провідними принципами, формами, засобами і рівнями навчальної діяльності студентів на етапі підготовки: бакалаврів (напряом 6.040203 Фізика*; кваліфікація – вчитель фізики основної школи), спеціалістів (спеціальність 7.04020301 Фізика*; кваліфікація – вчитель фізики старшої школи) і магістрів (спеціальність 8.04020301 Фізика*; кваліфікація – викладач фізики). З огляду на це враховано, що: 1) цілі навчання ММФ щодо підготовки бакалаврів набувають подальшого розвитку під час підготовки спеціалістів і магістрів; 2) зміст навчання базової дисципліни «Математичні методи фізики» як для підготовки бакалаврів, спеціалістів, так і для магістрів має рівневу структуру й інтегрується зі змістом дисциплін: для бакалаврів – «Теоретична фізика»; для спеціалістів – «Вибрані питання теоретичної фізики»; для магістрів – «Фізика твердого тіла»; 3) з погляду професійної спрямованості процесу формування і розвитку МКФ у навчанні теоретичної фізики важливо звертати увагу на міждисциплінарні зв'язки з іншими дисциплінами циклу професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики, зокрема з курсом загальної фізики та методики навчання фізики; 4) теоретико-методологічною основою МСН ММФ є *інтегрований підхід*, який передбачає комплексне застосування фундаменталізації, міждисциплінарного, контекстного, інформаційного та компетентнісного підходів, які створюють можливості для формування і розвитку МКФ студентів у навчанні ММФ і теоретичної фізики; 5) цілеспрямованому формуванню МКФ

сприяє порівняльно-узгоджувальний підхід, зокрема він забезпечує системність знань на рівні теоретичних узагальнень курсу теоретичної фізики з погляду різних теоретичних схем і сприяє розвитку теоретичного та критичного мислення тощо; 6) важливою для розвитку МКФ є організація цілеспрямованої навчальної діяльності з теоретичної фізики на засадах принципу циклічності за схемою: факти → модель → наслідки → експеримент, зокрема це формує дослідницькі вміння і розвиває творчі здібності студентів; проблемний виклад навчального матеріалу здійснюється на засадах теорії проблемного навчання, концепції розвивального навчання; 7) особливою формою навчання в магістратурі є науково-дослідна робота, що потребує врахування потенціалу освітньо-наукового середовища педагогічного університету. Результати запропонованої структуризації професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики представлено з погляду модульної організації навчально-виховного процесу, запропоновано авторські розробки й упроваджено в практику роботи педагогічних університетів.

У п'ятому розділі – **«Упровадження й експериментальна перевірка ефективності методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах»** – представлено варіант практичної реалізації МСН ММФ через зміст навчальної дисципліни «Математичні методи фізики», розкрито зміст основних етапів дослідження; представлено результати педагогічного експерименту та здійснено їх аналіз.

Визначено роль МКФ у системі базових і ключових компетентностей, обумовлену її пізнавальною і соціальною значущістю. Установлено, що математичні компетенції з фізики і відповідну компетентність варто розглядати як чинники соціальної конкурентоздатності фахівця, оскільки вони дозволяють отримати якісну освіту, опанувати професією, досягти кваліфікації вчителя та викладача фізики й удосконалити її. Констатовано, що для розуміння сутності процесу формування і розвитку МКФ студентів у навчанні ММФ важливе з'ясування особливості навчальної діяльності з теоретичної фізики, що виявляються в її характеристиках: суб'єкті, предметі, формах, методах, засобах, структурі, результатах. Виокремлено новоутворення в психіці студента, які зумовлюють її специфіку в навчанні ММФ: інтелектуалізація емоційно-вольових та пізнавальних процесів, абстрактно-логічне, діалектичне, теоретичне і критичне мислення. Зазначено, що ці якості формуються і розвиваються у спільній та індивідуальній навчальній діяльності, яка є провідною для організації самостійної роботи студентів. Предметом навчальної діяльності студента в засвоєнні ММФ є його суб'єктний досвід (знання, уміння, навички, способи навчально-пізнавальної діяльності), який він використовує для досягнення навчальної мети. З'ясовано, що засобами навчальної діяльності студентів у навчанні ММФ є складники соціального досвіду діяльності (досвід реалізації відомих способів навчальної діяльності, зокрема навчально-пізнавальної, мотиваційне, ціннісно-рефлексивне, емоційно-вольове ставлення до навчальної діяльності та її засобів, комунікативні якості тощо).

Конкретизовано структуру МКФ студентів у навчанні ММФ з погляду системи трьох взаємозв'язаних компонентів: *когнітивного*, що об'єднує знання про об'єкт, предмет і методи дослідження математичної фізики; знання з

класичної математичної фізики (математичної теорії поля, теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних); розуміння методології математичного моделювання в прикладній галузі теоретичної фізики; розуміння методології теоретичного аналізу спостережуваних фізичних явищ і процесів; уміння застосовувати апарат математичної теорії поля, теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних до математичного моделювання фізичних систем на прикладному рівні; знання основ теорії самоспряжених операторів як математичної основи квантової механіки; знання основ теорії груп як математичної основи новітніх розділів теоретичної фізики; *діяльнісного*, що передбачає вміння застосовувати ММФ до аналізу та розв'язування задач з дисципліни; уміння характеризувати й аналізувати математичні моделі фізики за узагальненими планами; уміння систематизувати навчальний матеріал і володіти навичками узагальнювального характеру до аналізу завдань дисципліни; здатність бачити цілісність поставленої навчальної задачі для вибору раціонального способу її розв'язання; здатність будувати в навчальних умовах дисципліни математичні моделі спостережуваних фізичних явищ і процесів з погляду емпіричних законів і теоретичних принципів фізики, вміння досліджувати коректність утворених при цьому математичних задач; уміння застосовувати методи побудови дискретних аналогів диференціальних задач і алгоритмів їх розв'язання із залученням комп'ютерної техніки; готовність і здатність до порівняння, узагальнення, абстрагування, аналізу, синтезу тощо, мисленнєвих операцій (спостереження, аналогії тощо); *особистісного*, у якому представлено мотиви навчальної діяльності (пізнавальний інтерес до навчання); уміння визначати цілі і завдання власної навчальної діяльності та забезпечувати їх ефективно і безпечно виконання; цінності (знання як цінність): ставлення до навчання, усвідомлення значення для розвитку науки; рефлексивність як готовність і здатність здійснювати самоорганізацію навчальної діяльності, самоконтроль, самооцінку і самоаналіз процесу навчально-пізнавальної діяльності та її результатів; ідентифікаційні: готовність і здатність до професійної самооцінки, задоволеність професією, взаєминами; готовність і здатність виявляти інформаційно-комунікаційні якості: аналізувати і реферувати наукову інформацію тощо; готовність і здатність виявляти комунікативні якості: використовувати засоби і методи усного та письмового спілкування; готовність і здатність до соціалізації й взаємодії в процесі професійної діяльності: світоглядні та громадські якості.

На засадах концепції фундаменталізації змісту навчання ММФ сформовано змістовий компонент МСН ММФ, розроблено навчальну програму дисципліни, тематичне планування різних форм організації навчальної діяльності студентів з дисципліни (лекцій, практичних занять, самостійної роботи студентів). У процесуальному компоненті МС визначено: методи, організаційні форми і засоби навчання, адаптовані до умов кредитно-модульної системи організації навчального процесу у ВНЗ. У результативному компоненті системи обґрунтовано вибір критеріїв, показників і рівнів сформованості МКФ.

Хронологічні межі дослідження (2005–2015 рр.):

На *констатувальному етапі* дослідження (2005–2007 рр.) здійснено діагностування стану розробленості питання формування МКФ студентів у теорії

та практиці професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики в педагогічних університетах. В експерименті брали участь

На *пошуковому етапі* дослідження (2008–2011 рр.) виконано такі завдання: визначено компоненти, створено модель і розроблено методичну систему формування і розвитку в майбутніх учителів і викладачів фізики МКФ у навчанні теоретичної фізики; обґрунтовано педагогічні умови її впровадження в процес навчання математичних методів фізики та теоретичної фізики, визначено інтегративні чинники відповідної міждисциплінарної взаємодії. При цьому розроблено й інваріантний складник змісту дисципліни «Математичні методи фізики», створено методичні матеріали та апробовано й скориговано елементи МС.

На *формульованому етапі* педагогічного експерименту (2012–2015 рр.) перевірено ефективність застосування методичної системи формування МКФ. Для цього здійснено розподіл студентів на експериментальні й контрольні групи, а також підготовку викладачів фізики до реалізації розробленої методичної системи в практиці навчання ММФ та теоретичної фізики майбутніх учителів і викладачів фізики; упроваджено дидактичні матеріали, спрямовані на формування в студентів когнітивного, діяльнісного та особистісного компонентів МКФ; проведено діагностику результатів упровадження методичних рекомендацій у навчальний процес. Викладачів забезпечено потрібними матеріалами, вони мали змогу користуватися підготовленими навчально-методичними посібниками, у яких подано теоретичні й практичні матеріали для реалізації навчального процесу. Студентів було залучено до виконання індивідуальних дослідницьких завдань контекстного змісту, тематику яких визначено так, що їх виконання передбачає роботу з різними джерелами інформації, представленої в різних формах, а також має практичну спрямованість і міжпредметний зміст.

Завдання щодо перевірки ефективності впровадження МС зумовило потребу розроблення критеріально-рівневого апарату дослідження. Відповідно до структури МКФ обрано пізнавальний, операційний та мотиваційний критерії, які відповідно співвідносяться з компонентами МКФ – когнітивним, діяльнісним, особистісним. За критеріями визначено рівень сформованості структурних складників МКФ: когнітивно-діяльнісного, мотиваційного, ціннісно-рефлексивного, емоційно-вольового. Для кожного із складників визначено показники та методики вияву рівнів сформованості (низького, середнього, достатнього і високого).

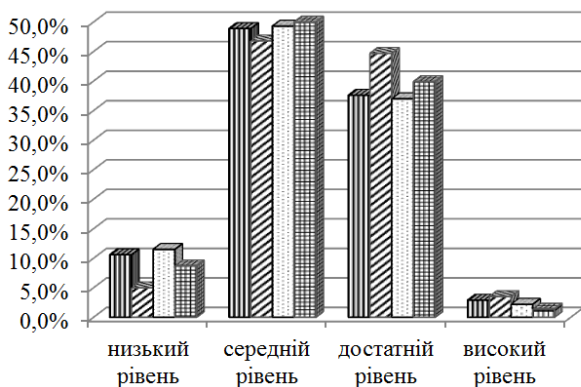
До участі на формульованому етапі експерименту залучено 279 студентів, з них: 141 студент – експериментальна група; 138 – контрольна. Вибір груп здійснено на основі аналізу розподілів студентів за рівнями навчальних досягнень на початку проведення педагогічного експерименту. Для статистичного обґрунтування відсутності відмінностей між розподілами студентів експериментальної і контрольної груп за рівнем навчальних досягнень з ММФ використано критерій Пірсона (χ^2): емпіричне значення $\chi_{\text{емп}}^2 = 1,657$, критичне значення $\chi_{\text{кр}}^2 = 7,815$ для рівня статистичної значущості 0,05. Розбіжність між такими розподілами не є достовірною, оскільки $\chi_{\text{емп}}^2 < \chi_{\text{кр}}^2$, що вказало на

можливість проведення на цих групах педагогічного експерименту.

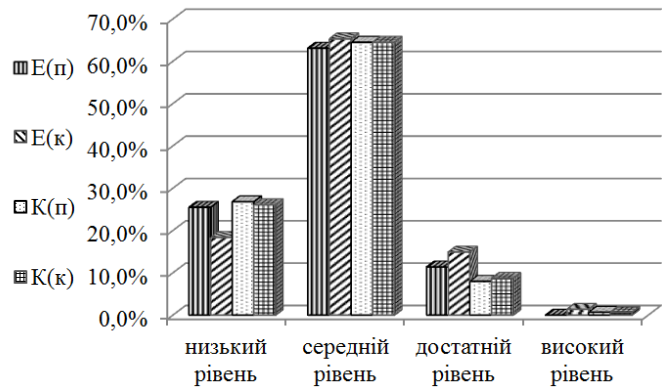
На *завершальному етапі* (2015 р.) проаналізовано й узагальнено результати дослідження: визначено розподіли студентів контрольних і експериментальних груп за рівнями сформованості компонентів МКФ у кінці педагогічного експерименту; здійснено порівняння розподілів студентів обох груп на початку та в кінці експерименту за допомогою статистичних методів; виконано узагальнення результатів педагогічного експерименту.

Узагальнені результати розподілів студентів експериментальних і контрольних груп за рівнями сформованості МКФ на початку та в кінці експерименту представлено на рис. 6.

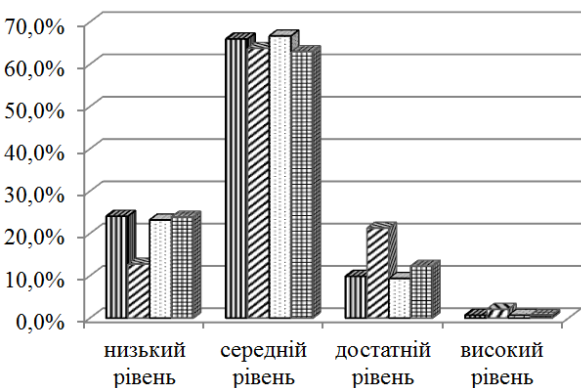
Когнітивно-діяльнісний складник МКФ



Мотиваційний складник МКФ



Ціннісно-рефлексивний складник МКФ



Емоційно-вольовий складник МКФ

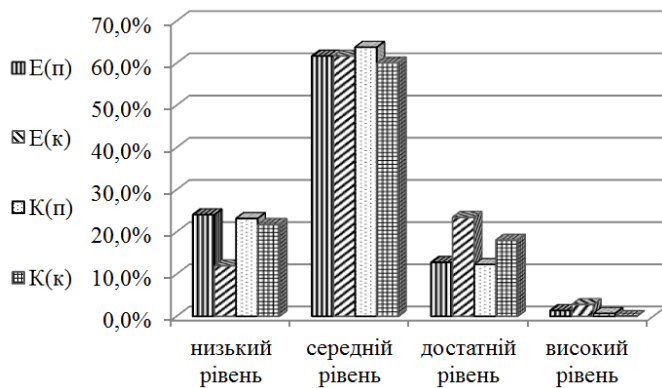


Рис. 6. Розподіли студентів експериментальної (Е) та контрольної (К) груп за рівнями сформованості МКФ на початку (п) та в кінці (к) експерименту (у % від загальної кількості)

Для оцінки статистичної достовірності зростання рівнів сформованості визначених складників МКФ у студентів експериментальних груп порівняно з контрольними використано *G*-критерій знаків, емпіричним значенням якого є кількість нетипових зрушень, у нашому випадку – від'ємних (табл. 1).

Інформація, наведена в табл. 1, статистично підтверджує достовірність позитивних зрушень рівнів сформованості МКФ у студентів експериментальної групи та відсутність таких зрушень у контрольній групі, що засвідчує переваги розробленої й упровадженої в навчальний процес МСН ММФ для формування в майбутніх учителів і викладачів фізики МКФ.

Розрахунок достовірності зростання рівня сформованості МКФ в експериментальній групі (Е) порівняно з контрольною групою (К)

Складники МКФ	Група	N	$G_{\text{емп}}$	$G_{\text{кр}}, \rho \leq 0,05$	Висновок
Когнітивно-діяльнісний	Е	47	12	17	Достовірно
	К	40	18	14	Не достовірно
Мотиваційний	Е	29	6	9	Достовірно
	К	24	11	7	Не достовірно
Ціннісно-рефлексивний	Е	45	6	16	Достовірно
	К	35	15	12	Не достовірно
Емоційно-вольовий	Е	46	6	16	Достовірно
	К	28	10	8	Не достовірно

Для визначення доцільності впроваджені МСН ММФ щодо формування різних складників МКФ порівняно емпіричні та критичні параметри G -критерію. Там, де різниця між значеннями $G_{\text{емп}}$ і $G_{\text{кр}}$ більша, результат кращий (табл. 2).

Таблиця 2

Зведена таблиця критичних та емпіричних значень G -критерію

Складники МКФ	Компонент	$G_{\text{емп}}$	$G_{\text{кр}}$	$G_{\text{кр}} - G_{\text{емп}}$
Когнітивно-діяльнісний	Когнітивний	11	17	6
	Діяльнісний	9	14	5
	Особистісний	13	15	2
Мотиваційний	Когнітивний	8	10	2
	Діяльнісний	6	13	7
	Особистісний	7	13	6
Ціннісно-рефлексивний	Когнітивний	12	19	7
	Діяльнісний	6	19	13
	Особистісний	5	12	7
Емоційно-вольовий	Когнітивний	6	16	10
	Діяльнісний	5	11	6
	Особистісний	6	10	4

Порівняння емпіричних і критичних параметрів G -критерію засвідчило найбільш відчутні зміни в діяльнісних і когнітивних компонентах МКФ. Найменшого впливу зазнали особистісні компоненти усіх складників МКФ, що вимагає детальнішого вивчення причин такого стану в подальших дослідженнях.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведене теоретичне узагальнення результатів розв'язання проблеми розроблення й упровадження компетентнісно зорієнтованої методичної системи навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах, що дає підстави сформулювати такі **висновки**:

1. Аналіз законодавчих документів про освіту і науку України, галузевих стандартів з підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики дозволив визначити основні етапи розвитку та еволюцію вимог вищої освіти України у становленні нової освітньої парадигми. З'ясовано, що компетентнісний підхід сприяє

формуванню інтегрованої та динамічної комбінації умінь, з-поміж зазначених у кваліфікаційних вимогах до майбутніх учителів і викладачів фізики, в результатах навчання студентів математичних методів фізики та теоретичної фізики.

Обґрунтовано доцільність виокремлення з-поміж ієрархічно супідрядних ключових, базових і спеціальних професійних компетентностей майбутнього вчителя та викладача фізики математичної компетентності з фізики, яка належить до базових складників, потрібних для професійної педагогічної діяльності зазначених фахівців. Єдність когнітивного (знання та розуміння змісту фахових наукових дисциплін – математичної та теоретичної фізики), діяльнісного (уміння з досвіду навчальної діяльності, практичне й оперативне застосування знань) та особистісного (мотивація, ціннісно-рефлексивні, емоційно-вольові, інформаційно-комунікативні, соціально-адаптаційні й інші особистісні якості) компонентів МКФ визначає її структуру. З цього погляду МКФ визначена інтегрованою динамічною характеристикою особистісних якостей студента, що засвідчує його готовність і здатність застосовувати в навчальній та професійній діяльності методи математичного моделювання фізичних систем, явища або процесу у фізичній системі з погляду законів або принципів фізики в прийнятих теоретичних схемах. Конкретизовано, що «здатність» розуміється не як «схильність», а як «уміння», «здатний», отже «уміє робити», «готовність» як «готовність до діяльності».

Визначено п'ять умовних періодів розвитку дидактичних підходів до навчання математичних методів фізики майбутніх учителів і викладачів фізики з 50-х рр. ХХ ст. З погляду поліпарадигмальної методологічної системи координат досліджено трансформацію поглядів на навчання ММФ у процесі розвитку професійної освіти як передумови *інтегрованого підходу* – теоретичної основи МСН ММФ. Установлено, що *інтегрований підхід* має поєднувати переваги знанневої (фундаментально-предметної), контекстної (професійно зорієнтованої) та провідної компетентнісної парадигм освіти з огляду на те, що нині головною вимогою до результатів засвоєння нових освітньо-професійних завдань є здатність застосовувати здобутий досвід навчальної діяльності в ВНЗ для успішної професійної діяльності фахівця.

2. З'ясовано, що фундаменталізація забезпечує реалізацію цілеспрямованої навчальної діяльності всіх суб'єктів навчального процесу в узгодженому взаємозв'язку інваріантних й універсальних знань математичної фізики та теоретичної фізики на рівні теоретичних узагальнень математичного моделювання фізичних систем, явища або процесу у фізичній системі, що сприяє формуванню в студентів МКФ, а з погляду різних теоретичних схем – розвитку їх мислення, пізнавальної активності, самостійності та творчих здібностей тощо. Визначено сім концептуальних засад побудови змісту навчання ММФ за чотирма рівнями сформованості знань і умінь студентів, з-поміж яких: *предметний* – засвоєння базового знання з математичної фізики; *фундаментальний* – засвоєння інтегрованого за методологічною ознакою (математичне моделювання) фундаментального знання (щодо універсальності математичних методів фізики, єдності теоретичного й емпіричного у пізнанні природи, об'єктивності емпіричних законів і теоретичних принципів фізики); *загальнопрофесійний* – розвиток навчальних і професійних умінь, теоретичного мислення (аналізу, синтезу,

порівняння, узагальнення, абстрагування, класифікації, систематизації, конкретизації), творчої активності в навчально-пізнавальній діяльності; *особистісний* – розвиток особистісних якостей та інтересів студентів: мотиваційних, інтелектуальних, етичних; особистісних поведінкових ідентифікаційних якостей: професійної самооцінки, задоволеності професією, взаєминами тощо; комунікативних, соціалізації й взаємодії в процесі професійної діяльності: світоглядних і громадських якості особи тощо.

Визначено, що метою діяльності студента на засадах контекстного навчання математичних методів фізики є не засвоєння системи інформації про основи математичної фізики, а формування здатностей до виконання контекстної щодо вивчення теоретичної фізики діяльності. При цьому навчальна інформація має посідати структурне місце мети діяльності студента лише до певного моменту, а потім – набувати вигляду розвиненої практики її застосування в навчально-пізнавальній діяльності. Основною одиницею роботи студента і викладача визначено не «порцію інформації», а ситуацію предметної та соціальної невизначеності й суперечності. Система проблемних ситуацій дозволяє розгорнути діалектично-суперечливий зміст навчання в динаміці, що забезпечує об'єктивні передумови формування теоретичного та практичного професійного мислення. Змістом контекстного навчання виступає не лише змістовий компонент майбутньої діяльності вчителя та викладача фізики, сформований системою навчальних завдань, моделей та ситуацій, а також її соціальний аспект, відтворюваний різними формами спільної діяльності та спілкування. Зміст контекстного навчання ММФ проектується як предмет навчально-пізнавальної та навчально-професійної діяльності з теоретичної фізики.

3. Доведено, що навчання майбутніх учителів і викладачів фізики математичних методів фізики в процесі їхньої професійної підготовки має віддзеркалювати логіку наукового пізнання природи на всіх доступних рівнях міждисциплінарної взаємодії, реалізованої на засадах законів і закономірностей інтеграції знань. Визначено структуру інтеграційного підходу до навчання математичних методів фізики в онтологічній основі циклу дисциплін професійної і практичної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики через інтеграцію математичних методів фізики та теоретичної фізики. Інтегративними чинниками, що сприяють процесу формування МКФ, є понятійно-категоріальний апарат, метод математичного моделювання, стрижневі осередки змісту: диференціальні характеристики скалярних, векторних і тензорних полів, класи диференціальних рівнянь, елементи теорії ймовірностей та математичної теорії груп тощо.

З'ясовано, що міждисциплінарна інтеграція процесу навчання ММФ забезпечує взаємопроникнення змісту уособлених навчальних дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики в єдиному освітньому просторі, у якому реалізується цілісний потенціал їхнього розвитку завдяки використанню традиційних та інноваційних педагогічних технологій навчання, що сприяє формуванню і розвитку МКФ.

Обґрунтовано, що міждисциплінарні зв'язки є особливо важливими факторами формування, розвитку й забезпечення цілісності структури МСН ММФ, уможливорюючи вироблення нової інтегрованої якості віддзеркаленої в

результатах професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики. З'ясовано, що зміст, форми, методи й засоби навчання ММФ мають відповідати системній логіці побудови тих навчальних дисциплін, теоретичну основу яких покладено на стандартні моделі математичної фізики, детерміновано пізнавальні та практичні завдання, зв'язані з подальшою навчальною діяльністю в циклі дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики: теоретична фізика, вибрані питання теоретичної фізики, фізика твердого тіла й інші.

4. З погляду загальнодидактичних теорій та концепцій доведено доцільність застосування дидактичних принципів: фундаменталізації, міждисциплінарної інтеграції, контекстної спрямованості, інформатизації як теоретичної основи МСН ММФ у педагогічних університетах. Зазначена теоретична основа детермінує методологічний складник інтегрованого підходу, створюючи можливості для формування і розвитку в студентів МКФ. Обґрунтування здійснено з погляду порівняння компетентнісної і традиційної парадигм освіти в разі їх упровадження в навчальний процес щодо підвищення якості знань студентів. Зокрема з'ясовано, що контекстна спрямованість навчання математичних методів фізики (теоретичний, прикладний і професійно зорієнтований складники) сприяють формуванню вагомої частки таких характеристик якості знань як глибина, гнучкість, оперативність, згорнутість, систематичність, усвідомленість, міцність, інші характеристики якості знань поліпшуються за рахунок збереження логічної послідовності викладання курсу. При цьому контекстно зорієнтовані завдання слід застосовувати в єдності з традиційними задачами. Поліпшення досягається опосередковано через мотивацію до вивчення курсу математичних методів фізики і стосується таких якостей знань як повнота, конкретизованість, узагальненість, розгорнутість, системність тощо. Доцільність реалізації інформаційного підходу у навчанні ММФ обґрунтовано в двох контекстах: предметно-інформаційному, що зумовлений потребою формування в студентів узагальненого експериментального вміння вести природничо-наукові дослідження обчислювальними методами із залученням комп'ютерної техніки, інформаційно-комунікаційному, що передбачає застосування завдань, розв'язування яких потребує залучення інформаційних комп'ютерних технологій в навчанні, зокрема математичних інформаційних пакетів.

Інтегрований підхід диверсифікує МСН ММФ, зменшуючи ризики з отримання низької якості знань студентів, розширюючи горизонти навчально-пізнавальної діяльності з погляду особистісних запитів студентів, їхніх нахилів, мотивів, цінностей та інших компетенцій у предметному полі фахових навчальних дисциплін – ММФ та теоретичної фізики, передбачених підготовкою майбутніх учителів і викладачів фізики в педагогічних університетах.

5. З погляду системного підходу та педагогічного моделювання проаналізовано процес формування та розвитку математичної компетентності з фізики майбутніх учителів і викладачів фізики, виявлено в ньому системні ознаки, визначено системоутворювальні компоненти (цілі, зміст, викладачі та студенти, технології навчання, моніторинг, результати навчання), схарактеризовано зв'язки між ними. Ураховано вплив освітньо-наукового середовища ВНЗ на формування і розвиток математичної компетентності з фізики, зокрема під час виконання студентами науково-дослідних проєктів (курсівих, дипломних, магістерських робіт).

Досліджено функції математичного моделювання в навчальному процесі з фізики, виокремлено пізнавальну, евристичну, унаочнювальну, уніфікаційну й інтеграційну функції, які сприяють викладанню узагальнювальних питань курсу теоретичної фізики, формуванню системності знань через вироблення дослідницьких умінь на рівні теоретичних узагальнень з погляду різних теоретичних схем, розвитку мислення. Схарактеризовано функції педагогічного моделювання, що визначають дидактичні можливості математичних методів фізики в курсі теоретичної фізики: *методологічної* (завдяки використанню в змісті навчання теоретичної фізики категоріально-понятійного апарату та теоретичних основ математичної фізики, значущих для професійної діяльності майбутніх учителів і викладачів фізики; *професійно орієнтувальної* (через проникнення змісту навчання математичних методів фізики до структури практичного складника курсу теоретичної фізики); *інтегративної* (пов'язаною з формуванням системності знань з математичних методів фізики на основі глибокого розуміння сучасних проблем теоретичної фізики); *розвивальної* (що забезпечує розвиток теоретичного і критичного мислення, пізнавальної активності, самостійності та творчих здібностей студентів); *прогностичної* (що передбачає визначення перспектив подальшого розвитку методичних систем навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах).

Визначено дидактичні лінії навчання ММФ у змісті курсу теоретичної фізики, що забезпечують такі міждисциплінарні зв'язки: *фактичні* – завдяки зорієнтованості на поглиблене і розширене вивчення студентами фактичних даних про метод математичного моделювання в теоретичній фізиці; *понятійні* – спрямовані на усвідомлене засвоєння теоретичних знань, які входять до змісту дисциплін; *теоретичні* – зорієнтовані на усвідомлене засвоєння теорій, що являють собою основу сучасної математичної та теоретичної фізики. Для забезпечення послідовності вивчення навчального матеріалу враховано *хронологічний критерій*, який забезпечує впорядкування попередніх, супутніх та перспективних напрямів навчальної діяльності студентів.

З погляду семіотики та педагогічної герменевтики обґрунтовано можливість застосування порівняльно-узгоджувального підходу щодо цілеспрямованого формування в студентів МКФ, який передбачає виокремлення інтегративного компонента (фізичний закон або принцип – математичне співвідношення або рівняння), порівняння його зі змістом навчання математичних методів фізики і теоретичної фізики та узгодження з процесуальною основою навчання теоретичної фізики в структурі навчально-пізнавальної діяльності студентів.

6. Створено загальну концепцію розроблення й упровадження методичної системи навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах, якою на засадах інтегрованого підходу визначається інтенсифікація процесу навчання ММФ, спрямована на підвищення навчально-пізнавальної активності студентів, формування професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики. На творчо-рефлексивному рівні вона зумовлює розвиток: а) навчальних і професійних умінь, теоретичного та критичного мислення, творчої активності в навчально-пізнавальної діяльності; б) особистісних якостей та інтересів студентів: мотиваційних, інтелектуальних, етичних; в) поведінкових,

ідентифікаційних якостей: професійної самооцінки, задоволеності професією, взаєминами тощо, суттєве поліпшення їхньої професійної підготовки; г) підвищення конкурентноспроможності випускників педагогічних університетів на ринку інтелектуальної праці. Концептуальні положення охоплюють актуальність і доцільність розроблення й упровадження МСН ММФ; мету та завдання; концептуальні засади; умови та вимоги щодо розроблення й упровадження; забезпечення розроблення й упровадження; очікувані кінцеві результати від упровадження, перспективи подальшого розвитку.

7. Розроблено структурно-функціональну модель процесу формування і розвитку математичної компетентності з фізики за етапами виконання наукового дослідження. Визначено базовий, інтеграційний та узагальнювальний етапи проектування методичної системи навчання математичних методів фізики для її практичної реалізації в умовах міждисциплінарної інтеграції зв'язків циклу дисциплін професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики.

Створено методичну систему навчання математичних методів фізики на рівні міждисциплінарної інтеграції зв'язків з курсом теоретичної фізики для забезпечення професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики. Розроблено відповідні рекомендації та навчально-методичні матеріали, зокрема: 1) на засадах порівняльно-узгоджувального підходу відповідно до онтологічної моделі «симетрія–збереження–інваріантність» запропоновано методику вивчення студентами законів збереження: енергії, імпульсу та моменту імпульсу матеріальної точки і системи матеріальних точок у класичній механіці; закону збереження електричного заряду: в класичній електродинаміці як наслідок градієнтної інваріантності електромагнітного поля, у квантовій механіці як наслідок симетрії хвильової функції після зміни її квантово-механічної фази, у квантовій електродинаміці як наслідок калібрувального перетворення першого роду оператора електричного заряду, релятивістсько-інваріантне узагальнення відповідного закону; 2) на засадах дидактичного принципу циклічності запропоновано методичні рекомендації щодо цілеспрямованого формування МКФ через варіативне обґрунтування макроскопічного ефекту квантування магнітного потоку з погляду класичного (теорія Лондонів) та квантового (теорія БКШ) підходів; 3) з погляду принципу професійної спрямованості навчання ММФ наведено варіативні теоретичні підходи до обґрунтування принципів відповідності та невизначеностей, виявлено умови адаптації теоретичних знань до площини шкільних умов. Зокрема розроблено варіант експериментальної перевірки співвідношень невизначеностей Гейзенберга для профільної загальноосвітньої школи, запропоновано приклади задач, зорієнтованих на реалізацію методичних кроків з вивчення учнями старшої профільної школи основ квантової фізики.

8. Розроблено й упроваджено методичну систему навчання ММФ через зміст дисципліни «Математичні методи фізики» циклу професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики. Визначено зміст, структуру та методику організації й проведення навчальних занять, зорієнтованих на формування математичної компетентності з фізики відповідно до структури визначених компонентів: когнітивного, діяльнісного та особистісного.

Проведення формувального експерименту підтвердило доцільність

проектування МСН ММФ щодо формування МКФ студентів на засадах інтегрованого підходу (фундаменталізації, міждисциплінарного, контекстного, інформаційного, компетентнісного підходів); доцільність організації професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики, зорієнтованої на формування в студентів МКФ; вплив педагогічних та організаційно-методичних умов на результативність формування в студентів МКФ.

Дослідно-експериментальну перевірку ефективності впровадження методичної системи щодо формування МКФ студентів у процесі навчання ММФ здійснено із застосуванням у експериментальних групах підготовлених методичних матеріалів. Розроблений критеріально-рівневий апарат, що охоплює три критерії (особистісний, пізнавальний, операційний), передбачав можливість визначення розподілів студентів контрольних і експериментальних груп за чотирма рівнями (низьким, середнім, достатнім, високим) сформованості структурних складників МКФ (когнітивно-діяльнісного, мотиваційного, ціннісно-рефлексивного, емоційно-вольового). У процесі педагогічного експерименту встановлено зростання рівня сформованості зазначених компетентностей у студентів експериментальних груп порівняно з контрольними. Зокрема, кількість студентів, що мають достатній рівень сформованості когнітивно-діяльнісного, мотиваційного, ціннісно-рефлексивного та емоційно-вольового складників МКФ, зросла відповідно на 7,1%, 3,5%, 11,4%, 10,7%, що підтверджує позитивну динаміку одержаних результатів в експериментальній групі.

Статистичну достовірність позитивних змін у станах сформованості МКФ студентів під час навчання ММФ доведено на основі порівняння критичного та емпіричних значень G -критерію для експериментальних і контрольних груп наприкінці експерименту.

Перспективи подальшого розвитку дослідження: створення навчального, методичного, технічного, програмного, інформаційного, кадрового забезпечення курсу теоретичної фізики щодо професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики; створення бази для розроблення та реалізації методичних систем навчання теоретичної фізики в педагогічних університетах.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія, посібники:

1. Подопрігора Н. В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах : Монографія / Н. В. Подопрігора ; Міністерство освіти і науки України ; Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. – Видання 2-ге, доопрацьоване. – Кіровоград : ФО-П Александрова М.В., 2015. – 512 с.
2. Подопрігора Н. В. Фізика твердого тіла : Навчальний посібник / Н. В. Подопрігора, М. І. Садовий, О. М. Трифонова. – Кіровоград : ЦОП «Авангард», 2014. – 413 с.
3. Волчанський О. В. Термодинаміка і статистична фізика : навч. посібник [для студ. фізич. спец. вищ. пед. навч. закл.] / О. В. Волчанський, Н. В. Подопрігора, О. М. Гур'євська. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. – 428 с.
4. Подопрігора Н. В. Математичні методи фізики : навч. посібник [для студ.

ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закладів] / Н. В. Подопрігора, О. М. Трифонова, М. І. Садовий. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. – 300 с.

5. Вовкотруб В. П. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків : [посібник для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів заг. шкіл] / В. П. Вовкотруб, Н. В. Подопрігора, О. М. Трифонова. – Кіровоград : ПП «Ексклюзив систем», 2011. – 175 с.

6. Лабораторний практикум з курсу загальної фізики. Частина 2 : Молекулярна фізика / [Царенко О. М., Сальник І. В., Подопрігора Н. В. і ін.]. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. – 96 с.

7. Лабораторний практикум з курсу загальної фізики. Частина 1. Механіка / [Антонова Н. Г., Сальник І. В., Подопрігора Н. В. і ін.]. – Кіровоград : ТОВ «Сабоніт», 2009. – 126 с.

8. Вовкотруб В. П. Розв'язування олімпіадних задач з фізики : [посібник для студ. вищ. навч. закладів] / В. П. Вовкотруб, І. З. Ковальов, Н. В. Подопрігора. – 2-ге вид., оновл. – Кіровоград : Авангард, 2007. – 234 с.

9. Різномірні завдання для атестації з фізики / [Величко С. П., Вовкотруб В. П., Царенко О. М., Подопрігора Н. В. та ін.]. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2005. – 338 с.

Статті у наукових фахових виданнях України:

10. Подопрігора Н. В. Реалізація методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопрігора // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. Педагогічні науки. – 2015. – С. 356–363.

11. Подопрігора Н. В. Поліпарадигмальність як методологічна система координат до осмислення трансформації поглядів на навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопрігора // Наукові записки. Серія : проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2015. – Вип. 8. – Ч. 1. – С. 188–192. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

12. Подопрігора Н. В. Контекстна спрямованість навчання математичному моделюванню фізичних систем з точки зору принципу відповідності / Н. В. Подопрігора // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі. – 2015. – Вип. 15. – С. 88–97.

13. Подопрігора Н. В. Порівняльно-узгоджувальний підхід щодо формування надпредметних математичних компетентностей з фізики / Н. В. Подопрігора // Вісник Черкаського національного університету. Серія : Педагогічні науки. – 2015. – № 8 (341). – С. 135–145.

14. Подопрігора Н. В. Співвідношення методологічних надпредметних і предметних компетенцій математики і фізики / Н. В. Подопрігора // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : педагогічні науки. – 2015. – Вип. 116. – С. 163–166.

15. Подопрігора Н. В. Структурно-функціональна модель процесу навчання математичних методів фізики (компетентнісний підхід) / Н. В. Подопрігора // Наукові записки. Серія : педагогічні науки. – 2015. – Вип. 141. – Ч. 1. – С. 136–141. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

16. Подопригора Н. В. Концепція створення і впровадження методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2015. – Вип. 7. – Ч. 2. – С. 207–218. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

17. Подопригора Н. В. Дидактичні умови та вимоги створення і впровадження методичної системи навчання математичних методів фізики / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія: педагогічні та історичні науки. – 2015. – Вип. 125. – С. 115–129. – (НПУ ім. М.П. Драгоманова).

18. Подопригора Н. В. Фундаменталізація змісту навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки. – 2015. – Вип. 1. – С. 216–223.

19. Подопригора Н. В. Математичні методи фізики як інтегративний чинник міждисциплінарних зв'язків у професійній науково-предметній підготовці майбутніх учителів фізики / Н. В. Подопригора // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки. – 2014. – Вип. 3. – С. 235–242.

20. Подопригора Н. В. Компетентнісний підхід як умова переходу професійної підготовки майбутніх вчителів фізики на нові показники якості освіти: структура математичної компетентності з фізики / Н. В. Подопригора // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2014. – Вип. 50. – С. 160–169.

21. Подопригора Н. В. Вивчення співвідношень невизначеностей на засадах модельного та реального експериментів / Н. В. Подопригора, А. В. Ткаченко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2014. – Вип. 6. – Ч. 1. – С. 94–104. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

22. Подопригора Н. В. Математичне моделювання як метод навчання фізики: прикладний аспект // Вища освіта України: Теоретичний та науково-методичний часопис / Подопригора Н. В. – № 3 (54). – 2014. – Т. 2. – С. 153 – 157.

23. Подопригора Н. В. Функції моделювання щодо навчання математичних методів фізики майбутніх учителів фізики / Н. В. Подопригора // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2014. – Вип. 47. – С. 226–233.

24. Подопригора Н. В. Практична і прикладна спрямованість математичного моделювання у лабораторному практикумі з фізики педагогічного університету / Н. В. Подопригора // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: педагогічні науки. – 2014. – Вип. 116. – С. 123–127.

25. Подопригора Н. В. Навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2014. – Вип. 5. – Ч. 2. – С. 137–145. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

26. Подопригора Н. В. Проблеми побудови відкритої та гнучкої методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія: педагогічні науки. – 2014. –

Вип. 132. – С. 114–117. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

27. Подопригора Н. В. Теоретичні і експериментальні методи введення силових характеристик електромагнітного поля при підготовці майбутніх учителів фізики / Н. В. Подопригора // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : педагогічні науки. – 2013. – Вип. 109. – С. 240–244.

28. Подопригора Н. В. Актуальні проблеми побудови методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи. – 2013. – Вип. 40. – С. 197–201.

29. Подопригора Н. В. Про навчання експериментальних і теоретичних методів фізики у педагогічному університеті / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2013. – Вип. 4. – Ч. 1. – С. 204–209. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

30. Подопригора Н. В. Формування функціональних дослідницьких навичок під час розв'язування експериментальних задач / Н. В. Подопригора // Фізика і астрономія у сучасній школі. – 2013. – № 4. – С. 11–15.

31. Подопригора Н. В. Вивчення симетрій майбутніми вчителями фізики / Н. В. Подопригора, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (Педагогічні науки). – 2012. – Ч. 4. – С. 288–297.

32. Подопригора Н. В. Модернізація змісту робіт фізичного практикуму з електродинаміки / В. П. Вовкотруб, Н. В. Подопригора // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи. – 2012. – Вип. 32. – С. 38–45.

33. Подопригора Н. В. Закони збереження у квантовій механіці та їх зв'язок з властивостями симетрій простору-часу / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2011. – Вип. 1. – С. 80–84. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

34. Подопригора Н. В. Формування моделюючої компетентності вчителя фізики / Н. В. Подопригора // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. – 2010. – Вип. 16 : Формування професійних компетентностей майбутніх учителів фізико-технологічного профілю в умовах євроінтеграції. – С. 51–54.

35. Подопригора Н. В. Комплексна підготовка до вивчення теоретичних основ будови і використання датчиків у фізичному експерименті / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. – 2010. – Вип. 90. – С. 219–223. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

36. Подопригора Н. В. Інноваційні підходи до тестування з теоретичної фізики в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу / Н. В. Подопригора, О. М. Гур'євська // Наша школа. – 2009. – № 6. – С. 68–73.

37. Подопригора Н. В. Про деякі методологічні особливості вивчення елементарних частинок та фундаментальних взаємодій / Н. В. Подопригора, О. М. Трифонова // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. – 2009. – Вип. 15 : Управління якістю

підготовки майбутніх учителів фізики та трудового навчання. – С. 326–328.

38. Подопригора Н. В. Залежність маси від швидкості у спеціальній теорії відносності шкільного курсу фізики / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. – 2009. – Вип. 82. – Ч. 1. – С.85–91. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

39. Подопригора Н. В. Закон збереження електричного заряду та його інваріантність відносно калібрувальних перетворень / Н. В. Подопригора // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. – 2007. – Вип. 72. – Ч. 1. – С. 211–218. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

40. Подопригора Н. В. Особливості реалізації дидактичних принципів навчання фізики в сучасних умовах реформування сучасної фізичної освіти / Н. В. Подопригора, В. П. Вовкотруб // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (Педагогічні науки). – 2006. – С.42–47.

41. Подопригора Н. В. Прикладна спрямованість вивчення співвідношення невизначеностей / Н. В. Подопригора, О. М. Мірошніченко // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. – 2005. – Вип. 60. – Ч. 1. – С.276–283. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

Статті у міжнародних наукових фахових виданнях і виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:

42. Подопригора Н. В. Організація та результати педагогічного експерименту з упровадження методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2015. – Вип. 21 : Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 126–129.

43. Подопригора Н. В. Контекстна спрямованість змісту навчальних посібників з математичних методів фізики / Н. В. Подопригора // Проблеми сучасного підручника. – 2015. – Вип. 15. – Ч. 2. – С. 150–158.

44. Подопригора Н. В. Интегративный подход к обучению математическим методам физики в педагогическом вузе / Н. В. Подопригора // Univers Pedagogic. – 2015. – № 1 (45). – С. 71–79.

45. Podoprygora N. V. How the Cycle of Scientific Knowledge is Reflected in the Course of Solid State Physics: the Effect of Magnetic Flux Quantization / N. V. Podoprygora, A. V. Tkachenko // American Journal of Educational Research. – Vol. 2. – № 12 B : Ensuring the quality of higher education. – 2014. – P. 61–69.

46. Подопригора Н. В. Прикладна спрямованість математичних методів фізики у педагогічному університеті: вікове рівняння / Н. В. Подопригора // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2014. – Вип. 20 : Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. – С. 151–153.

47. Подопригора Н. В. Розробка навчальних посібників з теоретичної фізики для педагогічних університетів на засадах компетентнісного підходу / Н. В. Подопригора // Проблеми сучасного підручника : збірник наукових праць Інституту педагогіки НАПН України. – 2014. – Вип. 14. – С. 544–553.

48. Подопригора Н. В. Комплексне представлення співвідношень невизначеностей у процесі підготовки майбутніх учителів фізики / Н. В. Подопригора // *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. – 2014. – II (13). – Issue : 26. – P. 48–54.

49. Podoprygora N. Organization and realization of the experimental cycle of scientific cognition at Physics study [Electronic resource] / Podoprygora Natalia // *Latin-American Journal of Physics Education*. – 2014. – Vol. 8. – No. 1, March. – pp. 13–21. – Режим доступу : <http://www.lajpe.org>.

50. Подопригора Н. В. Вивчення електромагнітної індукції на основі наукового методу пізнання / Н. В. Подопригора // *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. – 2013. – Вип. 19 : Інновації технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 173–177.

51. Подопригора Н. В. Теоретико-методологічні засади моделювання методичної системи навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // *Проблеми сучасного підручника*. – 2013. – Вип. 13. – С. 198–205.

52. Подопригора Н. В. Використання мнемотехнік у методиці навчання термодинаміки / Н. В. Подопригора, О. М. Гур'євська // *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. – 2012. – Вип. 18 : Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. – С. 223–225.

53. Подопригора Н. В. Роль експериментальних задач в адаптації первокурсників к физическим лабораторным практикумам / Н.В. Подопригора // *Научные труды МГУТУ*. – 2008. – Вып. 12 : Стратегия развития образования : эффективность, инновации, качество. – Т. 1. – С. 388–393.

54. Подопригора Н. В. Особенности тестирования студентов по теоретической физике / Н. В. Подопригора // *Научные труды МГУТУ*. – 2007. – Вып. 11 : Инновационные технологии обучения в условиях глобализации рынка образовательных услуг. – Т. 1. – С. 231–237.

Матеріали та тези наукових конференцій:

55. Подопригора Н. В. Еволюція дидактичних підходів до навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // *Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі (присвячена 120-річчю від дня народження І. Є. Тамма) : міжнар. наук. інтернет конф.*, 15 жовт. 2015 р. : тези доп. – Кіровоград, 2015. – С. 52–53.

56. Подопригора Н. В. Інформаційний підхід до навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах / Н. В. Подопригора // *Особливості підвищення якості природничої освіти в технологізованому суспільстві : всеукр. наук.-практ. конф.*, 29 жовт. 2015 р. : тези доп. – Миколаїв, 2015. – С. 149–152.

57. Подопригора Н. В. Критеріально-рівневий апарат діагностування сформованості математичної компетентності у навчанні студентів фізики / Н. В. Подопригора // *Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю : міжнар. наук. конф.*, 07–08 жовт. 2015 р. : тези доп. –

Кам'янець-Подільський, 2015. – С. 80–84.

58. Подопригора Н. В. Цілеспрямоване формування надпредметних математичних компетентностей з фізики / Н. В. Подопригора // Проблеми математичної освіти ПМО-2015 : міжнар. наук.-метод. конф., 04–05 черв. 2015 р. : тези доп. – Черкаси, 2015. – С. 207–208.

59. Подопригора Н. В. Особливості інтегрованого підходу до навчання математичних методів фізики / Н. В. Подопригора // Засоби і технології сучасного навчального середовища : міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 трав. 2015 р. : матеріали конф. – Кіровоград, 2015. – С. 138–140.

60. Подопригора Н. В. Секулярне рівняння в теорії ядра як прикладна спрямованість математичних методів фізики у педагогічному університеті / Н. В. Подопригора // Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю : міжнар. наук. інтернет-конф., 01–15 черв. 2014 р. : матеріали конф. – Кам'янець-Подільський, 2014. – С. 107–108.

61. Подопригора Н. В. Навчання математичних методів фізики майбутніх учителів фізики на основі методу моделювання / Н. В. Подопригора // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі : міжнар. наук.-практ. конф., 26–28 черв. 2014 р. : тези доп. – Херсон, 2014. – С. 70–71.

62. Подопригора Н. В. Математичні методи фізики у педагогічному університеті / Н. В. Подопригора // Засоби і технології сучасного навчального середовища : міжнар. наук.-практ. конф., 23 трав. 2014 р. : матеріали конф. – Кіровоград, 2014. – С. 77–79.

63. Подопригора Н. В. Теоретико-методологічні особливості вивчення електромагнітної індукції на основі наукового методу пізнання / Н. В. Подопригора // Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю : міжнар. наук. конф., 01–02 жов. 2013 р. : матеріали конф. – Кам'янець-Подільський, 2013. – С. 127–129.

64. Подопригора Н. В. Проблеми методології навчання фізики у педагогічному університеті / Н. В. Подопригора // Засоби і технології сучасного навчального середовища : міжнар. наук. конф., 11–18 трав. 2013 р. : матеріали конф. – Кіровоград, 2013. – С. 134–136.

65. Подопригора Н. В. Передумови цілеспрямованої підготовки майбутніх учителів фізики в системі безперервної освіти / Н. В. Подопригора // Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико-математичних дисциплін : міжнар. наук. конф., 18–19 січ. 2013 р. : тези доп. – Київ, 2013. – С. 64–66.

66. Подопригора Н. В. Методика вивчення симетрії як фундаментального поняття майбутніми вчителями фізики / Н. В. Подопригора, М. І. Садовий, О. М. Трифонова // Актуальні проблеми підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін для сучасної загальноосвітньої школи : всеукр. наук.-практ. конф., 18–19 жовт. 2012 р. : тези доп. – Умань, 2012. – С. 161–164.

67. Подопригора Н. В. Застосування фундаментальних принципів симетрії у викладанні квантової механіки / Н. В. Подопригора // До 80-річчя фізико-математичного факультету КДПУ ім. В. Винниченка : наук.-практ. конф., 26 лист. 2010 р. : матеріали конф. – Кіровоград, 2010. – С. 67–68.

АНОТАЦІЇ

Подопригора Н. В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук зі спеціальностей 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти, 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика). – Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова МОН України. – Київ, 2016.

У дисертації здійснено науковий аналіз проблеми професійної підготовки майбутніх учителів і викладачів фізики. Теоретично обґрунтовано, розроблено та реалізовано методичну систему навчання математичних методів фізики в педагогічних університетах. Теоретико-методологічною основою методичної системи визначено інтегрований підхід, який поєднує: фундаменталізацію; міждисциплінарний підхід; теоретичний, прикладний, професійно зорієнтований контексти; предметно-інформаційний та інформаційно-комунікаційний складники інформаційного підходу; компетентнісний підхід. Методична система забезпечує формування і розвиток у майбутніх учителів і викладачів фізики математичної компетентності з фізики – готовності і здатності студента застосовувати у навчальній і професійній діяльності методи математичного моделювання фізичних систем, явищ і процесів у фізичній системі в межах існуючих теоретичних схем.

Результати впровадження підтвердили статистичну достовірність впливу розробленої методичної системи на формування в студентів математичної компетентності з фізики в процесі навчання математичних методів фізики, на рівень сформованості її складників: когнітивно-діяльнісного, мотиваційного, ціннісно-рефлексивного, емоційно-вольового. У компонентному розрізі найсуттєвіші зміни виявлено в діяльнісному та когнітивному складниках, найменшого впливу зазнали особистісні складники, що вимагає детального вивчення причин такого результату в подальших дослідженнях.

Ключові слова: математичні методи фізики, теоретична фізика, математична компетентність з фізики, методична система навчання математичних методів фізики, інтегрований підхід, майбутній учитель і викладач фізики.

Подопригора Н.В. Методическая система обучения математическим методам физики в педагогических университетах. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук по специальностям: 13.00.04 – теория и методика профессионального обучения; 13.00.02 – теория и методика обучения (физика). – Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова. – Киев, 2016.

В диссертации осуществлен системный анализ проблемы профессиональной подготовки будущих учителей и преподавателей физики. Теоретически обоснована, разработана и реализована методическая система обучения математическим методам физики в педагогических университетах. Теоретико-методологической основой методической системы является интегрированный подход, который предполагает комплексное использование: фундаментализации; междисциплинарного; контекстного и компетентностного подходов. Методическая система обеспечивает формирование математической компетентности по физике – готовность и способность студента применять в учебной и профессиональной

деятельности методы математического моделирования физических систем, явлений и процессов в физической системе с точки зрения теоретических схем.

Результаты внедрения подтвердили статистическую достоверность влияния методической системы на формирование у студентов математической компетентности по физике на уровне сформированности когнитивно-деятельностного, мотивационного, ценностно-рефлексивного, эмоционально-волевого компонентов. Анализ эмпирических и критических значений G-критерия знаков подтверждает положительную динамику в когнитивном и деятельностном составляющих, изменения в личностных незначительны, что требует выяснения такого результата в последующих исследованиях.

Ключевые слова: математические методы физики, теоретическая физика, математическая компетентность по физике, методическая система обучения математическим методам физики, интегрированный подход, будущий учитель и преподаватель физики.

Podoprygora N. V. Methodical system of teaching mathematical methods of physics at pedagogical universities. – Manuscript.

The dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical sciences on speciality 13.00.04 – Theory and Methods of Professional Education; 13.00.02 – Theory and Methods of Teaching (Physics) – National Pedagogical Dragomanov University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2016.

The thesis carries out scientific analysis of future school and higher educational establishment teachers on Physics training. Physical and mathematical training of future teachers on Physics is determined to be the part of their training at the Pedagogical University, which forms individual and professional qualities that are important for future specialist, readiness for specific type of professional activity. Each of the disciplines of future teachers on Physics professional training: "Mathematical Methods in Physics", "Theoretical Physics", "Physics of Solids" etc., affects the formation and development of future specialists' professional competence.

It is proved that the formation and development of mathematical competence of future teachers on Physics in teaching Mathematical Methods in Physics and Theoretical Physics – is a multi process based on fundamentalization, interdisciplinary integration, context, informational and the basic competency approaches all together provide specialists' readiness and ability to solve educational and subsequently professional tasks.

The concept of mathematical competence in Physics, forming and developing in the process of studying Mathematical Methods in Physics and Theoretical Physics as an integrated dynamic characteristics of the student's personal qualities, describing his readiness and ability to apply the academic and professional methods of mathematical modeling of physical systems, phenomenon or process in the physical system in terms of laws or principles of physics in the set theoretical framework.

A four-level structural and functional model of future teachers on Physics mathematical competence on Physics formation and development in teaching Mathematical Methods in Physics and Theoretical Physics according to the stages of scientific research is developed: the first level provided for selection of the object and purpose of the study and proved choice of theoretical and methodological formation and development of mathematical competence in Physics; second level – the

conceptualization, development and implementation of methodical system, taking into account pedagogical, organizational and methodological conditions for its functioning; third level – working out targeted, semantic, procedural and methodological components of effective systems through diagnostics, goal-setting, planning, structuring, expectations; fourth level – designing of criteria and indexes and levels of formation and development of mathematical competence in Physics.

The methodical system of teaching mathematical methods in Physics at pedagogical universities, which is based on an integrated approach that provides comprehensive application: fundamentalization, multidisciplinary, contextual (theoretical, applied, professionally oriented), informational (subject-information, information and communication contexts) and competence approaches is developed. It was found out that systematizing methodological component of the system is a target that provides correlation of objectives and learning outcomes of mathematical methods in Physics as to the mathematical competence in Physics formation and development.

Theoretically proved the possibility of using comparative-matching approach to purposeful formation of mathematical competence in Physics, providing isolation of integrative component (physical law or principle – the mathematical correlation or equation), comparing it with the content of teaching Mathematical Methods in Physics and Theoretical Physics and coordination with the procedural basis for learning theoretical Physics in the structure of students' teaching and studying.

Methodical techniques for the development of students' creative abilities in the study process of Theoretical Physics in terms of "cyclical principle" are improved; content, structure and methods of organizing and conducting classes on discipline "Mathematical Methods in Physics", oriented towards the formation of mathematical competence in Physics structure of defined components: cognitive (knowledge of professional scientific discipline – Mathematical Physics), activity (ability in the course of Mathematical Physics to solve educational problems, sums, situations), personal (motivation, value-reflexive, emotional and volitional personal qualities, etc.).

Methodical approaches to teaching Mathematical Methods in Physics are proved, providing practical guidance on the implementation of the educational process on context and information approaches realization, including the involvement of educational physical experiment, mathematical information sets etc.; it is introduced in the educational process the methodological sets for studying selected questions on Theoretical Physics in terms of various theoretical schemes.

The results of the implementation confirmed statistical reliability of the methodical system impact on the mathematical competence of students studying physics in learning mathematical physics formation on the level of all its components formation: cognitive-activity, personal. In terms of the component the most essential changes of activity and cognitive components, the slightest impact suffered personal component of mathematical competence in Physics, which requires detailed study of the reasons for this result in further studies.

Keywords: Mathematical Methods in Physics, Theoretical Physics, mathematical competence in Physics, methodic system of mathematical methods in Physics teaching, integrative approach, future school and higher educational establishment teachers on Physics.



Підписано до друку 26.04.2016 р. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times.
Наклад 100 прим. Зам. № 174
Віддруковано з оригіналів.

Видавництво Національного педагогічного університету
імені М.П. Драгоманова. 01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9
Свідоцтво про реєстрацію № 1101 від 29.10.2002.
(044) 239-30-26.