

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ імені ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

ТРИФОНОВА Олена Михайлівна

УДК: 378.147.091.33-027.22:004(043.5)

**МЕТОДИЧНА СИСТЕМА РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ
КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ КОМП'ЮТЕРНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ І ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора педагогічних наук



Кропивницький – 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор педагогічних наук, професор
САДОВИЙ Микола Ілліч,
Цentrальноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка,
професор кафедри природничих наук та методик їхнього навчання, завідувач кафедри теорії і методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор,
член-кореспондент НАПН України
КУЗЬМІНСЬКИЙ Анатолій Іванович,
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка,
професор кафедри педагогіки та менеджменту освіти;

доктор педагогічних наук, професор
ІВАНИЦЬКИЙ Олександр Іванович,
Запорізький національний університет,
професор кафедри загальної математики;

доктор педагогічних наук, доцент
КУХ Аркадій Миколайович,
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка,
професор кафедри методики викладання фізики і дисциплін технологічної освітньої галузі.

Захист відбудеться 07 липня 2020 року о 11.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 23.053.04 у Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка, 25006, м. Кропивницький, вул. Шевченка, 1.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, 25006, м. Кропивницький, вул. Шевченка, 1 та на офіційному WEB-сайті за посиланням: <https://www.cuspu.edu.ua/ua/ntmd/spetsializovana-vchena-rada-d23-053-04>.

Автореферат розісланий 04 червня 2020 року.

Т.в.о. вченого секретаря
спеціалізованої вченої ради



В. П. Вовкотруб

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Розвиток науково-технічного прогресу (НТП) початку ХХІ ст. ставить нові вимоги до надання освітніх послуг здобувачам вищої освіти. Вона набуває все більш випереджувального характеру, узгоджуючись з тенденціям сталого розвитку України. Перспективи модернізації вищої освіти визначаються Законами України «Про вищу освіту» (2014), «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2016), Національною стратегією розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки, Концепцією розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки, Концепцією розвитку педагогічної освіти й іншими правовими актами, які враховують питання імплементації міжнародних стандартів у нормативно-методичну базу діяльності закладів вищої освіти (ЗВО) України. Підготовка висококваліфікованих фахівців здійснюється за визначеними освітніми чи науковими програмами на різних рівнях вищої освіти, які регламентуються Національною рамкою кваліфікацій.

Нині рушійним чинником розвитку суспільства є цифровізація, що забезпечується відповідною матеріальною базою та кадрами. Аналіз законодавчих і нормативних документів, психолого-педагогічної та спеціальної літератури, освітньої практики вказує на те, що в Україні постала необхідність формування та розвитку в майбутніх фахівців таких компетентностей, які відповідали б запитам інтенсифікації інформаційно-цифрового освітнього простору. За цих умов інформаційно-цифрова компетентність (ІЦК) отримала статусу ключової. Проте єдиного трактування таких компетентностей, їхньої структури, змісту та концептуальних засад розвитку ще не розроблено.

Стрімка цифровізація всіх сфер життя суспільства вимагає перегляду вимог до державних стандартів переважної більшості спеціальностей і професій, зокрема інженерів-педагогів. Особливо гостро стоїть проблема вдосконалення процесу підготовки фахівців спеціальності 015 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)», яка у 2019 році трансформувалася у 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)» (наказ МОНУ від 23.09.2019 № 1223), бо сфера підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних технологій, а з 2019 р. цифрових технологій (ЦТ) розвивається найбільш швидкими темпами в умовах цифровізації українського суспільства.

Розвиток НТП ХХІ ст. переважно визначають фізика і технічні дисципліни (ФТД). З цього погляду методика їхнього навчання в умовах цифровізації в ЗВО України набуває особливої ваги.

Світова тенденція стрімкого поступу техногенно-інформаційного суспільства усвідомлено відходить від безмежних потреб споживання обмежених ресурсів, через надмірно ризиковану і безвідповідальну політику їх менеджменту, до економіки, що сприяє впровадженню гнучких інновацій, в тому числі цифрових технологій, у всі сфери суспільного життя.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 67-р від 17 січня 2018 р. «Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації» визначені

принципи розвитку цифрових інфраструктур, реалізація яких громадянами України дозволить без обмежень і труднощів технічного, організаційного та фінансового характеру (зокрема, соціально незахищені верстви населення) скористатися цифровими можливостями незалежно від свого місцезнаходження чи проживання та не перебувати в сегменті «цифрового розриву». Розв'язання зазначених завдань в освітньому просторі має враховувати потребу впровадження ЦТ, що сприятиме мотивованому розвиткові ІЦК, спілкуванню у пізнанні, самовдосконаленню і зворотному зв'язку, автоматизації освітньої діяльності та підвищенню ефективності управління освітнім процесом та освітою в цілому.

Аналіз досліджень науковців, документів МОН України останніх 5 років показав, що реальний стан реалізації освітньої політики ЗВО України з впровадження цифровізації в освітній процес стикається з рядом проблем системного характеру, з-поміж яких нами виділено такі:

- зниження рівня предметної компетентності з фізики випускників закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) та поглиблення розриву між рівнями засвоєння фізико-технічних знань і вимогами ЗВО до фундаментальної підготовки майбутніх інженерів-педагогів, в якій ФТД посідають провідне місце;

- поглиблення розриву між традиційними підходами до формування якості знань студентів ЗВО з ФТД і об'єктивними потребами науки, техніки, виробництва та інших галузей людської діяльності у компетентних фахівцях, здатних до розв'язання нестандартних проблем в умовах становлення техногенно-інформаційного суспільства;

- неспроможність традиційних технологій навчання задовольнити потребу інтенсифікації процесу здобуття освіти засобами ЦТ;

- невідповідність рівня розвитку науки та сучасної наукової картини світу (СНКС) рівню розвитку в майбутніх фахівців ІЦК.

Розв'язання зазначених проблем обумовлює актуальність проблеми цифровізації та необхідність розроблення відповідної методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД у ЗВО. Дослідження зазначених проблем безпосередньо та опосередковано висвітлювалися в працях українських і зарубіжних учених, у різних аспектах:

- обґрунтування теоретичних основ функціонування системи освіти та перспектив її розвитку, встановлення педагогічних підходів у навчанні – Ю. К. Бабанський, Дж. Брунер, Л. С. Виготський, Г. Б. Голуб, С. У. Гончаренко, І. А. Зимня, А. І. Кузьмінський, Ч. Куписевич, О. М. Леонт'єв, В. В. Маткін, В. Оконь, Ж. Піаже, І. П. Подласий, Дж. Равен, С. Л. Рубінштейн, О. Я. Савченко, М. М. Фіцула, В. Д. Шарко, В. В. Ягупов та ін.;

- обґрунтування потреби оволодіння цифровою грамотністю через самостійне, впевнене, критичне, безпечне використання доступних технологій техногенно-інформаційного суспільства у повсякденному спілкуванні, роботі, відпочинку – А. Бермус (A. Vermus), К. Біліш (C. Beelische), М. Джорас (M. Joras), М. Лінард (M. Linard), Б. Мансфілд (B. Mansfield), Б. Рей (B. Rey), Л. Туркал (L. Turkal), Т. Хофман (T. Hoffmann), Е. Шорт (E. Short), С. Шоу (S. Shaw), Р. Уайт (R. Uayt) та ін.;

– виявлення та обґрунтування методологічних проблем упровадження компетентнісного підходу в освітньому процесі закладів освіти – С. М. Амеліна, А. М. Андреев, Г. О. Балл, Н. М. Бібік, О. А. Біда, І. В. Блауберг, В. В. Болотов, Е. Ф. Зеєр, І. В. Коробова, В. Г. Кремень, А. І. Кузьмінський, В. А. Кушнір, В. І. Луговий, О. І. Ляшенко, С. М. Ніколаєнко, О. С. Падалка, М. І. Садовий, В. В. Сериков, В. К. Сидоренко, О. М. Спірін, О. І. Субето, Ю. П. Сурмін, О. О. Хуторський, В. Д. Шадріков, С. І. Шандрук, Е. Г. Юдін та ін.;

– удосконалення фахової підготовки майбутніх інженерів-педагогів – В. В. Ткачук (професійна ІКТ-компетентність); Н. О. Афанас'єва, Т. В. Бодненко, В. М. Бойчук, Т. С. Бондаренко, Ю. І. Бочар, Н. О. Брюханова, І. С. Войтович, Т. В. Волкова, Р. М. Горбатюк, В. В. Готтинг, Є. В. Громов, В. В. Кабак, О. Є. Коваленко, Г. К. Кожевніков, В. В. Кулешова, Г. І. Сажко, В. П. Сергієнко, Ю. О. Шереметьєва, В. І. Шеховцова, Л. Ю. Усеїнова, А. В. Хатько, Т. В. Ящун (підготовка майбутніх фахівців ЦТ); Е. Ф. Зеєр, О. Е. Коваленко, М. І. Лазарєв, В. І. Лобунець, А. П. Тарасюк (концепція розвитку інженерно-педагогічної освіти);

– окреслення і тлумачення понять інформаційної, інформативної, інформаційно-комунікаційної, цифрової – В. Ю. Биков, П. В. Беспалов, Н. І. Гендіна, О. О. Гриценчук, С. О. Дружилова, М. І. Жалдак, І. В. Іванюк, Н. І. Колкова, А. М. Костюченко, В. В. Котенко, О. Є. Кравчина, М. П. Лещенко, І. Д. Малицька, Н. В. Морзе, В. Мидоро, Н. Х. Насирова, О. В. Овчарук, І. Л. Перестороніна, В. М. Ракута, І. Л. Скіпор, С. О. Семеріков, Є. М. Смирнова-Трибульська, Л. Г. Собко, Н. В. Сороко, О. М. Спірін, Л. І. Тимчук, Ю. В. Триус, О. А. Фурман, А. В. Хуторський та ін. (інформаційно-комунікаційна компетентність); М. С. Головань, Ю. О. Дорошенко, С. Г. Литвінова, Ю. С. Рамський (інформатична та інформаційно-комунікаційна); В. Ю. Биков, В. М. Горленко, О. О. Мартинюк, І. О. Мороз, Г. В. Сакунова, В. В. Сидоренко, Н. В. Сороко та ін. (інформаційно-цифрова); О. О. Гриценчук, І. В. Іванюк, О. Є. Кравчина, І. Д. Малицька, О. В. Овчарук, Н. В. Сороко (цифрова); К. В. Власенко, І. В. Сітак, О. О. Чумак (інформатична); А. М. Гуржій, Л. А. Карташова, В. В. Лапінський (інформаційно-технологічна компетентність); С. С. Зелінський (інформативна); С. М. Амеліна, Р. О. Тарасенко (інформаційна);

– розроблення моделей формування предметних компетентностей з ФТД, у тому числі методики їхнього навчання у ЗВО – М. В. Анісімов, П. С. Атаманчук, Л. Ю. Благодаренко, Ю. П. Бендес, І. Т. Богданов, С. П. Величко, В. П. Вовкотруб, В. Ф. Заболотний, О. І. Іваницький, А. В. Касперський, О. А. Коновал, А. М. Кух, М. Б. Літвінова, О. І. Ляшенко, А. К. Марков, М. Т. Мартинюк, О. С. Мартинюк, Н. А. Мислицька, І. О. Мороз, В. І. Нечет, Ю. А. Пасічник, Н. В. Подопригора, М. С. Розов, М. І. Садовий, В. П. Сергієнко, В. Д. Сиротюк, І. А. Сліпухіна, Б. А. Сусь, О. М. Царенко, В. Д. Шарко, Г. О. Шишкін, М. І. Шут та ін.;

– урахування інтегративних чинників у професійній освіті, зокрема в навчанні ФТД і спеціальних дисциплін – І. Т. Богданов, Я. В. Галета, М. Г. Гапонцева, М. С. Головань, С. У. Гончаренко, Р. С. Гуревич, М. В. Декарчук, Л. В. Дольнікова, І. Г. Єрмаков, І. М. Козловська, Д. І. Коломієць, М. С. Корець, К. В. Корсак, А. І. Кузьмінський, В. М. Мадзігон,

В. Н. Максимова, М. Т. Мартинюк, І. Я. Пастирська, Т. С. Плачинда, О. І. Пометун, С. М. Рибак, А. М. Сільвейстр, В. К. Сидоренко, Л. В. Сліпчишин, О. О. Стечкевич, Н. В. Стучинська, Д. О. Тхоржевський, В. І. Хитрук, Г. І. Шатковська, С. М. Ящук, та ін.

– використання в освітньому процесі ФТД комп'ютерних моделей – В. Ю. Биков, О. І. Іваницький, М. І. Жалдак, Ю. В. Єчкало, А. В. Касперський, А. М. Кух, М. Т. Мартинюк, М. І. Садовий, В. Д. Сиротюк, І. О. Теплицький, М. І. Шут; хмарні сервіси в освіті – С. Г. Литвинова, Н. В. Морзе, М. В. Попель, Ю. С. Рамський, С. О. Семеріков, Ю. В. Триус, М. П. Шишкіна; хмарні технології (ХТ) в процесі навчання ФТД – О. В. Мерзлікін, М. В. Хомутенко та ін.

Аналіз науково-методичної літератури з дослідження проблеми цифрової грамотності та документів МОН України, що регламентують зміст вищої освіти, узагальнення результатів власного досвіду роботи показали, що в умовах стрімкої цифровізації ще не відбулося системного переосмислення концепції підготовки інженерів-педагогів зі спеціальності 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)», не створено методики навчання ФТД щодо становлення майбутніх фахівців ЦТ, як основи розвитку їхньої ІЦК. Разом з тим, цифровізація освіти актуалізує потребу розроблення адекватної цілям навчання методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД у ЗВО.

Із огляду на вищесказане, можна стверджувати, що в теорії та методиці навчання ФТД та професійної освіти склалася ситуація, яка характеризується низкою *суперечностей*, з-поміж яких нами виділено кілька контекстних рівні:

соціально-педагогічний рівень:

– між постійним оновленням цифровізованого предмету пізнання, як закономірного розвитку і скінченністю й обмеженістю пізнаної суб'єктами навчання її частини;

– між компетентнісною парадигмою розвитку освіти та новими потребами, пов'язаними з її цифровізацією;

науково-теоретичний рівень:

– між цілісним процесом пізнання цифрових технологій і практичним використанням пізнаного в інтересах суб'єктів навчання;

– між пізнанням закономірностей розвитку напрямків НТП і практичним використанням його досягнень у техніці і виробництві;

практико-методичний рівень:

– між теоретичною та практичною педагогічною підготовкою майбутніх фахівців ЦТ і прикладною – технічною;

– між часовою невідповідністю теоретичного рівня розвитку ІЦК та практичними вимогами цифровізації;

– між ідеологією й змістом освітніх реформ і реальним станом впровадження цифровізації та його результативністю (апробація пілотного проекту та законодавче впровадження тощо).

Необхідність розв'язання вищезазначених суперечностей, а також недостатня розробленість проблеми компетентнісного підходу в навчанні ФТД майбутніх фахівців ЦТ в умовах цифровізації освітнього процесу зумовили

вибір теми дисертаційної роботи: **«Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін».**

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана відповідно до тематичних планів наукових досліджень кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка «Система управління якістю підготовки майбутніх учителів природничих наук та технологій в умовах техногенно-інформаційного суспільства» (протокол № 1 від 03.09.2018) та Лабораторії дидактики фізики, технологій та професійної освіти Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України в Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка (протокол № 1 від 03.09.2012) і є складовою тем: «Теоретико-методичні основи навчання фізики і технологій у загальноосвітніх і вищих навчальних закладах» (держ. реєстр. № 0116U005381, з 2016 р.) та «Хмаро орієнтована віртуалізація навчального експерименту з фізики в профільній школі» (держ. реєстр. № 0116U005382, 2016–2018).

Тема дисертаційного дослідження затверджена на засіданні вченої ради Центральноукраїнського (Кіровоградського) державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 3 від 28.09.2015) й узгоджена в Міжвідомчій раді з координації досліджень у галузі освіти, педагогіки і психології (протокол № 5 від 27.11.2018).

Мета дослідження полягає в науковому обґрунтуванні, розробленні та експериментальній перевірці методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін у закладах вищої освіти в умовах цифровізації.

Об'єкт дослідження – професійна підготовка майбутніх фахівців цифрових технологій у закладах вищої освіти.

Предмет дослідження – методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін у закладах вищої освіти.

Завдання дослідження:

1. Дослідити методологію еволюції системи суперечностей між об'єктом і суб'єктом, наукою і технікою, природою і пізнанням у період XVII–XX ст. та XXI ст., окреслити співвідношення між нескінченністю і необмеженістю предмету пізнання цілісного прояву природи і скінченністю та обмеженістю пізнаної людиною її частини.

2. З'ясувати закономірності розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій в умовах цифровізації в навчанні фізики і технічних дисциплін у вітчизняних і зарубіжних джерелах та окреслити вимоги вищої освіти України до якості професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів.

3. Визначити теоретико-методологічні основи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій та розробити

відповідну концепцію в техногенно-цифровому освітньому середовищі.

4. Обґрунтувати та розробити методику застосування триєдиного підходу «освіта – наука – технології» для забезпечення розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій в умовах цифровізації, окреслити співвідношення розвитку науки, техніки, освіти сучасної епохи.

5. Обґрунтувати інтегративну ступеневу модель розвитку інформаційно-цифрової компетентності фізико-технічної підготовки майбутніх фахівців цифрових технологій у закладі вищої освіти в умовах цифровізації та засадничі положення їхньої підготовки, створити освітню модель цифрового середовища.

6. Обґрунтувати принципи побудови та розробити методичну систему розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін; створити інтегративні курсів ФТД, робототехніки, мехатроніки, теорії самоорганізуючих систем та їх методичне забезпечення, обґрунтувати компоненти системи.

7. Упровадити методичну систему розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій та перевірити її ефективність під час педагогічного експерименту й експертної оцінки.

Загальна концепція дослідження, як методологічна система поглядів на цифровізацію освіти, поєднує такі складники:

– *підсистема ресурсних потенціалів*: напрями розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки; методологічну основу наукового знання; педагогічну інтеграцію як цілісний процес; концептуальні основи сталого розвитку, нової української школи, освітньої діяльності за спеціальністю, розвитку педагогічної освіти, наскрізного впровадження педагогічних підходів (компетентнісного, особистісно зорієнтованого, діяльнісного, системного, ресурсного), всебічно-розвиненої особистості Сухомлинського, STEM-освіти; електронізації освітнього процесу; розвитку інженерно-педагогічної освіти в Україні; «цифрового робочого місця»; Штайнера, Адлера, Дьюї, Коменського, Ващенко; інформаційного суспільства (суспільства знань); оцінки ефективності інформатизації освітнього середовища; самоорганізації та моделювання процесів у складних системах; навчання впродовж життя; встановлення балансу між сучасними потребами людства і захистом інтересів майбутніх поколінь; розвитку науки, що задекларовані в нормативних документах і психолого-педагогічних дослідженнях;

– *підсистема освітнього середовища з погляду концепцій* СНКС; електронізації та цифровізації; інтегративного змісту сучасного природознавства та технічної науки; розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД; освітньої діяльності за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)» на першому (бакалаврському) та другому (магістерському) рівнях вищої освіти у контексті практичної реалізації методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД у ЗВО.

Окреслені підсистеми ґрунтуються на філософських положеннях теорії пізнання в частині розвитку і саморозвитку особистості в умовах цифровізації; принципах функціонування та розвитку єдиного інформаційно-цифрового

простору в аспекті інтеграції освіти України до європейського освітнього простору; освітніх стандартах підготовки фахівців ЦТ; застосуванні інтегративних підходів до навчання ФТД у ЗВО.

Провідною ідеєю дослідження є розроблення методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД в умовах цифровізації вищої освіти.

Виходячи з провідної ідеї дослідження, структура *загальної концепції* поєднує три концепти:

– *методологічний концепт* віддзеркалює взаємозв'язок і взаємодію педагогічних підходів до розв'язання проблеми реалізації цифровізації, розвитку в студентів ІЦК; фундаменталізації змісту навчання ФТД; міждисциплінарної інтеграції дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх фахівців ЦТ; контекстного, інформаційного, компетентнісного підходів, які орієнтують навчання ФТД на розвиток студента як суб'єкта освітньої діяльності; забезпечення цілеспрямованого розвитку ІЦК у навчанні ФТД у професійній підготовці майбутніх фахівців ЦТ;

– *теоретичний концепт* ґрунтується на системі положень, понять, дефініцій, покладених в основу розуміння сутності професійної підготовки майбутніх фахівців ЦТ у процесі цифровізації та розвитку в студентів ІЦК у навчанні ФТД; урахує особливості провадження навчально-пізнавальної діяльності студентів у навчанні ФТД в умовах цифровізації; професійні кваліфікації, ключові професійні компетентності, ІЦК та її структуру; реалізацію триєдиного підходу «освіта – наука – технології» до навчання ФТД, що сприяє суспільному розвитку майбутнього фахівця ЦТ;

– *методичний концепт* передбачає створення методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ, етапів її реалізації в практиці навчання ФТД в умовах цифровізації; формування поліструктурної моделі СНКС у курсах ФТД у ЗВО.

Для досягнення мети, провідної ідеї, концептуальних основ та виконання поставлених у завдань було використано такі **методи дослідження**:

– *теоретичні: аналіз* – для з'ясування методології розвитку ФТД, стану проблеми та окреслення шляхів і способів її розв'язання (п. 1.1–1.5); виявлення можливостей реалізації інтегративного та триєдиного підходу «освіта – наука – технології» із забезпечення розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ в умовах цифровізації (п. 2.2, 3.1, 3.4); *синтез і систематизація* – для з'ясування вимог до професійної підготовки майбутніх фахівців ЦТ (п. 2.1–2.4), уточнення понятійно-категоріального апарату, визначення складників загальної концепції дослідження (п. 4.2); окреслення тенденцій розвитку професійної підготовки майбутніх фахівців ЦТ (п. 2.1, 4.1); *педагогічне моделювання* – для розроблення моделі розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ (п. 4.2) та моделювання методичної системи розвитку ІЦК при навчанні ФТД (п. 4.3); *математичне моделювання* (методи теорії множин, теорії графів, синтезу систем ситуаційного управління, теорії інтегральної інваріантності й автономності нелінійних систем) – для побудови структурно-логічних схем змісту навчання ФТД (п. 2.2–2.3, п. 3.1–3.2) та СНКС (п. 3.3);

– *емпіричні: імітаційне моделювання* (теорію алгоритмів і програмування) – для розробки імітаційних моделей та обчислювальних експериментів в інформаційно-цифровому середовищі (п. 4.4–4.5); анкетування, опитування, бесіди, тестування, експертне оцінювання – з метою визначення рівня сформованості ІЦК майбутніх фахівців ЦТ (п. 5.1) та експертної перевірки ефективності методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ (п. 5.3); *педагогічний експеримент* для виявлення рівня сформованості ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД (п. 5.1–5.2);

– *статистичні* – для визначення статистичної значущості результатів дослідження й обробки та представлення експериментальних даних під час педагогічного експерименту (п. 5.1–5.2) та перевірки ефективності методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД у ЗВО (п. 5.3).

Наукова новизна одержаних результатів:

уперше: теоретично обґрунтовано та розроблено модель розвитку інформаційно-цифрової компетентності у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців цифрових технологій, що спирається на принципи фундаменталізації та генералізації змісту навчання фізики і технічних дисциплін, інтегративності фізичної та технічної інформації, що в цілому забезпечує її функціонування в умовах цифровізації; обґрунтовано доцільність застосування інтегративного та триєдиного підходу «освіта – наука – технології» для забезпечення розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій та визначено ступінь розробленості структурно-параметричних невизначеностей цифровізації в освітньому процесі; розроблено концепцію розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій, яка базується на використанні еволюційних принципів, парадигм і генетичних алгоритмів; розроблено методичну систему розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін, компоненти якої ґрунтуються на засадах інтегративного та триєдиного підходів «освіта – наука – технології».

уточнено: поняття «інформаційна компетентність» як інтегративна особистісна здатність суб'єкта навчання усвідомлювати та визначати інформаційні потреби для ефективної діяльності в професійній діяльності; критерії розвитку процесуально-мотиваційного, когнітивно-діяльнісного, емоційно-оцінного, інноваційно-рефлексивного складників інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій;

подальшого розвитку набули: понятійно-термінологічна база компетентнісного підходу, зокрема поняття «інформаційно-цифрова компетентність фахівця цифрових технологій» як інтегративне особистісне утворення, що об'єднане єдиною: термінологією; знанням потенціалом фахівця; системою ціннісних орієнтирів на збереження природи; положеннями сталого розвитку; методологічні, теоретичні та психолого-педагогічні аспекти щодо модернізації змісту, форм і методів підготовки майбутніх фахівців цифрових технологій у контексті розвитку їхньої інформаційно-цифрової компетентності.

Практичне значення результатів дослідження. Розроблено методичне забезпечення процесу розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін, а саме:

- фізика (за професійним спрямуванням), концепції сучасної наукової картини світу, історія автомобіля, синергетика в освіті, робототехніка та мехатроніка, основи автоматизації та робототехніки (для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти); у тому числі педагогічного спрямування – теорія самоорганізації в педагогічній освіті (для другого (магістерського) рівня вищої освіти);

- навчальні та навчально-методичні посібники з ФТД («Математичні методи фізики» [54], «Фізика твердого тіла» [55], «Наукова картина світу ХХІ століття: інтегративність природничих і технічних наук» [2] та рекомендації для практичних і лабораторних занять [53], [56], [57], [58], [64], [68];

- комп'ютерні програми «Карта ізотопів» [89] та «Теорія Великого вибуху» [90], на які отримано авторські свідоцтва;

- введення до навчального плану дисциплін: «Концепції сучасної наукової картини світу», «Основи автоматизації та робототехніки», «Мехатроніка», «Синергетика у педагогічній освіті».

Основні положення та результати дослідження **впроваджено** в освітній процес Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (довідка № 27 від 31.10.2019), Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (довідка № 213-н від 01.11.2019), Житомирського державного університету імені Івана Франка (довідка № 1/1333 від 04.11.2019), Української інженерно-педагогічної академії (акт від 25.10.2019), Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимир Гнатюка (довідка № 1571-33/03 від 18.11.2019), Державного вищого навчального закладу «Криворізький національний університет» (довідка № 01/10-08/2019 від 13.11.2019), Національного університету «Львівська політехніка» (акт від 09.10.2019), Бердянського державного педагогічного університету (довідка № 57-01/1160 від 18.11.2019), Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка (довідка № 31 від 27.11.2019).

Особистий внесок здобувача в роботах, виконаних у співавторстві, полягає в реалізації методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД, а саме у: *посібнику* [2] досліджено особливості організації наукового пізнання, визначено природничо-наукові технології, що впливають на розвиток СНКС, її функції, структуру, етапи становлення та принципи побудови; *статтях*: [5] здійснено акценти на особливості методологічних основ наукових досліджень в епоху стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ); [6] досліджено основні методи організації самостійної роботи студентів; [7] досліджено проблему відставання змісту навчального матеріалу від рівня реального розвитку науки в епоху інформатизації; [11] та [14] окреслено основні шляхи підвищення якості навчання ФТД в умовах застосування ІКТ; [13] запропонована модель для дослідження універсальних сталих за допомогою ЦТ;

[18] запропоновано методику використання методів теорії самоорганізації під час навчання ФТД; [20] досліджено становлення поняття «компетентність» у педагогічних дослідженнях; [21] запропонована методика формування предметної компетентності з фізики з виділенням елементів інформації, що є основою для розвитку ІЦК; [24] досліджено закономірності формування картини світу (КС) у хмаро орієнтованому освітньому середовищі (ХООС) та вплив даного процесу на розвиток ІЦК; [25] досліджені засоби діагностики з ФТД та приклади їх застосування в умовах розвитку ІКТ; [27] досліджено особливості розвитку фізико-технічної освіти; [30] визначено методику виокремлення інформаційних елементів у змісті ФТД в умовах двомовного освітнього середовища; [48] досліджено вплив сучасного цифрового обладнання на розвиток освітнього середовища; [49] досліджено теоретичні аспекти моделювання під час навчання ФТД; [50] досліджено особливості розвитку класно-урочної системи в сучасних умовах розвитку суспільства; *посібниках*: [53] розроблена методика використання цифрового обладнання; [54] та [55] досліджена роль фізико-математичних елементів знань на розвиток ІЦК на заняттях з ФТД; [56] та [57] запропоновано систему засобів діагностики та методичні рекомендації, що сприяють формуванню ІЦК під час експериментаторської діяльності; [58] запропоновано систему задач та методичні рекомендації, що сприяють формуванню ІЦК під час розв'язування задач фізико-технічного змісту; [61] та [59] виокремлено елементи знань, що забезпечують розвиток ІЦК під час навчання історії становлення ФТД; [60] запропоновано теоретико-методичні засади навчання фізики як основи для формування ІЦК; [63] та [62] виокремлено елементи змісту, що забезпечують формування фізичної КС та сприяють розвитку ІЦК під час навчання ФТД; [64], [65] запропонована система завдань, що сприяє формуванню у суб'єктів навчання СНКС і розвитку в них ІЦК; [66] виокремлено зміст матеріалу, що забезпечує розвиток ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ під час навчання ФТД; [67] виділено матеріал для розвитку ІЦК під час навчання технічних дисциплін; [68] запропонована методика розвитку ІЦК під час виконання лабораторних робіт з ФТД із використанням елементів автоматизованих систем; *тезах*: [71] досліджено особливості організації фахової підготовки в сучасному суспільстві; [72] досліджено особливості розвитку відбору навчального матеріалу з фізики для презентації його у ХООС; [74] запропоновано структурні компоненти комп'ютерно-орієнтованого середовища з ФТД; [77] визначено світові тенденції методики навчання ФТД на засадах сталого розвитку; [88] визначено структуру і зміст навчального матеріалу з фізики з метою моделювання його засобами Moodle та Ejsapp; *авторських свідощтвах*: [89] та [90] розроблена методика їхнього використання в освітньому процесі з ФТД як засобу розвитку ІЦК.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Основні положення та результати дисертаційного дослідження висвітлено та обговорено на науково-практичних конференціях і семінарах:

міжнародних: «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2010, 2011, 2014, 2015, 2016), «Освітні вимірювання в інформаційному суспільстві» (Київ, 2010), «Educational Measurement: Teaching, Research, and

Practice» (Foros, Ukraine, 2011), «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (Кривий Ріг, 2012), «Учебники естественнонаучного цикла в системе среднего и высшего образования» (Могилев 2012), «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (Херсон, 2014, 2016, 2018), «Новітні комп'ютерні технології» (Севастополь, 2012), «Актуальные проблемы естественных наук и методики их преподавания» (Могилев, 2013), «Проблеми професійного становлення майбутнього фахівця в умовах сучасного освітнього простору» (Кіровоград, 2013), «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2013), «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (Кіровоград, 2014), «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання природничо-математичних дисциплін» (Київ, 2014), «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» (Кіровоград, 2014), «Pedagogy and Psychology in the age globalization – 2014» (Budapest, Hungary, 2014), «Проблеми професійного становлення майбутнього фахівця в умовах інтеграції до європейського освітнього простору» (Кіровоград, 2015), «Komunikacja w edukacji – dziś I jutro» (Siedlce, Poland, 2015), «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2015), «Оптика неоднородных структур 2015» (Могильов, Республіка Білорусь, 2015), «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (Кіровоград, 2015), «Актуальні проблеми сучасної соціології, соціальної роботи та професійної підготовки фахівців» (Ужгород, 2016), «Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей» (Кам'янець-Подільський, 2016), «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технологічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» (Кропивницький, 2016), «STEM-освіта – проблеми та перспективи» (Кропивницький, 2016, 2017, 2018), «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2017, 2018, 2019), «Проблеми математичної освіти» (Черкаси, 2017, 2019), «Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін» (Кропивницький, 2018, 2019), «Social and Economic Aspects of Education in Modern Society» (Warsaw, Poland, 2018), «Information and Innovation Technologies in the XXI Century» (Katowice, Poland, 2019), «Problems of Humanities and Social Sciences – 2019» (Budapest, Hungary, 2019);

всеукраїнських: «Хмарні технології в освіті» (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 2012), «Науково-дослідна робота в системі підготовки фахівців-педагогів в природничій та технологічній галузях» (Бердянськ, 2015), «Сучасні проблеми та перспективи навчання дисциплін природничо-математичного циклу» (Суми, 2012, 2013), «Актуальні проблеми і перспективи дидактики фізики» (Черкаси, 2012), «Проблеми сучасного підручника» (Київ, 2013), «Інформаційно-комунікаційні технології навчання» (Умань, 2014), «Особливості підвищення якості природничої освіти в технологізованому суспільстві» (Миколаїв, 2015), «Ресурсно-орієнтоване навчання у вищій школі: проблеми,

досвід, перспективи» (Полтава, 2016), «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освіті (КМІТО'2016)» (Кривий Ріг, 2016), «Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: доступність, діалог, динаміка» (Полтава, 2017, 2018), «Реалізація міжпредметних зв'язків при вивченні природничо-математичних дисциплін» (Луцьк, 2018), «Моделювання в освітньому процесі» (Луцьк, 2019), «Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку» (Київ, 2019), «Реалії та перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти» (Херсон, 2019);

міжсвузівська (закордонна): «Професійна направленість курсових фізических дисциплін при підготовці майбутніх спеціалістів в університеті» (Брест, Республіка Білорусь, 2016).

Кандидатська дисертація на тему «Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів» зі спеціальності 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика) була захищена у 2009 р. Матеріали кандидатської дисертації в тексті докторської не використовувалися.

Публікації. Результати дисертаційного дослідження відображено в 90 публікаціях, з них 50 написані без співавторів. Основні результати роботи представлені 1 монографією, 1 навчальним посібником, 50 статтями, з них 45 опубліковано у наукових фахових виданнях України, 4 – у виданнях іноземних держав, 1 – у фаховому виданні України, яке входить до міжнародних наукометричних баз, зокрема Web of Science. Апробація матеріалів дисертації представлена у 34 публікаціях: 16 посібників, з яких 2 мають Гриф МОНУ, 2 – рекомендовані Інститутом модернізації змісту освіти, 1 – рекомендований вченою радою ЦДПУ ім. В. Винниченка; 19 матеріалів і тез науково-практичних конференцій. Публікації, що додатково відображають наукові результати дослідження представлені 1 статтею та 2 авторськими свідоцтвами. Загальний обсяг публікацій становить 279,98 авт. арк., з них 150,15 авт. арк. – частка, що належить здобувачеві.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел до розділів (перший розділ містить 128; другий – 161; третій – 130; четвертий – 241; п'ятий – 36 назв), 8 додатків; містить 130 рисунків та 20 таблиць. Повний обсяг дисертації 595 сторінок, основний текст становить 405 сторінок (16,8 авт. арк.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** визначено наукову проблему, обґрунтовано актуальність теми дослідження, встановлено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет, охарактеризовано методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичну значущість здобутих результатів, особистий внесок здобувача в роботах, виконаних у співавторстві. Висвітлено відомості про апробацію та впровадження результатів дисертаційної роботи, структуру й обсяг дисертації.

У першому розділі – «Методологія еволюції системи суперечностей між об'єктом і суб'єктом, наукою і технікою, природою і пізнанням у XVII – XX ст.» – досліджено процес пізнання людством природних явищ і процесів як нескінчений процес спіралеподібного розв'язання суперечностей, що постійно виникають між об'єктом і суб'єктом, природою і пізнанням. З'ясовано, що у розвитку пізнання природознавства проявляється найбільш загальна методологічна суперечність між нескінченністю і необмеженістю предмету пізнання, цілісного прояву природи і скінченністю й обмеженістю пізнаної людиною її частини, як рушійної сили розвитку, розкрито її психолого-педагогічні основи розв'язання суперечностей.

Встановлено, що логіка розвитку об'єкту та суб'єкту здійснюється за алгоритмом: в міру накопичення фактів виокремлювалися ті, що є флуктуаціями у визнаній раніше теорії і вносять до неї певні збурення, бо така теорія їх вже не може пояснити. Сформовано ланцюжок самоорганізуючої системи: незнання → передбачуване знання → переосмислення і достовірне знання → утвердження нової теорії (закону). До структури ланцюга еволюції відноситься як підсистема основне поняття енергетичних явищ (машин) – робоче тіло, як рушійна сила розвитку. В цьому зв'язку нами досліджені моделі розвитку та змін Т. Куна (наукова революція), І. Лакатоса (наукові програми), К. Попера (перманентна революція) та ін., які підпорядковуються закономірності: з накопиченням наукових фактів у науці наростає збурення, яке спрямоване до точки біфуркації і в кінцевому випадку створення іншої основи науки на новій теоретичній понятійній базі. Тут незмінними і фундаментальними залишаються лише факти. Так розвивалися класична механіка, електродинаміка, оптика, а у XVIII–XIX ст. вони стали домінуючими і визначали перспективи розвитку новітньої науки, техніки, виробництва XX ст.

Досліджено співвідношення між цілісним процесом пізнання і практичним використанням пізнаного в інтересах розвитку суб'єктів навчання; виділено основні завдання методології пізнання; виокремлено, що при створенні базових законів, теорій предмет науки розглядається як «річ в собі», де проявляються суперечливі тенденції: конструктивна і руйнацька; виділено 5 рівнів компетентності розв'язувати суперечності (у прогнозуванні, відборі ідей і засобів, спрямованості, методах досліджень, взаємодії суб'єкт – об'єкт). Досліджено суперечності в: еволюції предмету пізнання; історичному становленні науки та техніки XVIII – XX ст.; формуванні механістичної, електродинамічної, квантової свідомості особистості. Доведено, що нині наука, техніка, фахівці, виробництво злилися в єдину цілу систему, де існує логічне співвідношення і взаємообумовленість.

В епоху постіндустріального суспільства наука оперує вже цілісним інтегрованим робочим тілом. Взаємодіючі елементи техніки (Т) і науки (S) повністю об'єднуються в єдину, спільну систему {Т – S}, де S і Т відіграють роль протилежних сторін неподільної внутрішньої єдності і взаємопроникнення однієї у другу. Характерними особливостями такої системи є неперервність і безперешкодність переходу від однієї суперечливої єдності до протилежної.

Науково-технічний розвиток здійснюється за стійкою спіраллю, кожен виток якої означає підйом на новий рівень розвитку на розширеній основі. Дискретність заміняє неперервність руху інформації. Окреслена еволюція розвитку та взаємозв'язку S і T узагальнено визначає функції методології, що є основою для формування СНКС. У цьому зв'язку є закономірним виникнення у ХХ ст. робототехніки та у ХХІ ст. мехатроніки, як прояв прикладної функції науки, що стала порівняльною з пізнавальною на відміну від ХVІІІ ст., коли прикладними були лише практично спрямовані факти.

Встановлено, що закономірними в історичному розвитку S і T є постійне вдосконалення та еволюційна зміна робочого тіла робочих машин. На основі функцій методології та гносеологічних умов принципу генералізації знань обґрунтовано, що фізичні і технічні моделі з гносеологічної точки зору є певним ототожненням об'єкту з його образом, речовим аналогом досліджуваного об'єкта, що в умовах НТП викликало необхідність введення поняття цифрового моделювання. В цьому випадку уявні моделі, як ідеалізовані об'єкти, набувають інших властивостей. Речові моделі є засобом здобуття знання і відрізняються від засобів пізнання: експериментальних установок, приладів та ін.

Виявлено, що фундаменталізація та моделювання у пізнанні забезпечують відтворення властивостей, структури і функцій об'єкта знань за визначеними критеріями, моделюючи об'єкт. Цифровізація сприяє розвитку методів створення таких моделей і підсилює їхню роль у пізнанні об'єктивного світу, як нової якості моделювання, що об'єднує логіко-математичне, фізичне, концептуальне, імітаційне, структурно-функціональне. З цього погляду визначено критерії фундаментальності знань, що сприяють розвитку ІЦК студентів у навчанні ФТД у ЗВО: інтегративність, проблемність, неklasичність.

Обґрунтовано доцільність формування змісту навчання ФТД на основі еволюції наскрізного, фундаментального, інтегративного зв'язку, який забезпечується визначальним енергетичним елементом.

У другому розділі – **«Теорія і методологія розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій»** – визначені умови реалізації вимог сталого розвитку в процесі підготовки майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД у ЗВО. З'ясовано, що методологічною основою розвитку ІЦК є системний підхід, принципи дидактики та сучасні інформаційні технології. На цій основі досліджено процес модернізації професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів спеціальності 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)».

Виявлено, що криза сучасної педагогічної системи освіти розгортається на тлі загальносвітових тенденцій: освіта все більше набуває масового інформаційного статусу; змінюються підходи до інформаційної компоненти освіти; стрімко оновлюються технології; упроваджуються інформаційна цифровізація; здійснюється комерціалізація освіти. Подолання виявленої кризи вбачається в широкому впровадженні діяльнісного, особистісно зорієнтованого, компетентнісного підходів, що визначено Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти (2011), а отже й враховується розробниками освітніх

програм спеціальностей галузі знань 01 «Освіта/Педагогіка» в ЗВО. Утім в Державних стандартах бракує методологічного підґрунтя розвитку ІЦК студентів в умовах цифровізації сучасного освітнього простору. Обґрунтовано, що зазначені вище підходи спільно з системним і ресурсним підходами в єдиній структурі інтегративного підходу сприяють цьому процесу (рис. 1).

Запроваджено поняття інтегративної цілісності, де освітнє середовище розглядається в системі структурно-логічних схем навчальної інформації посібників, підручників із ФТД; нормативно змістових документів, хід думки вчених при введенні закону, теорії, відкритті явища, інтегративність, оцифрування, сталий розвиток та ін. Кінцевим результатом діяльності суб'єктів навчання передбачено розвиток їхньої компетентності не як окрему систему знань, умінь і навичок (ЗУН), а як динамічну їхню комбінацію в системі ключових компетентностей, зокрема ІЦК, які визначають здатність фахівця виявляти особистісні якості в інтелектуальній, цивільно-правовій, комунікаційній, інформаційній та інших сферах.

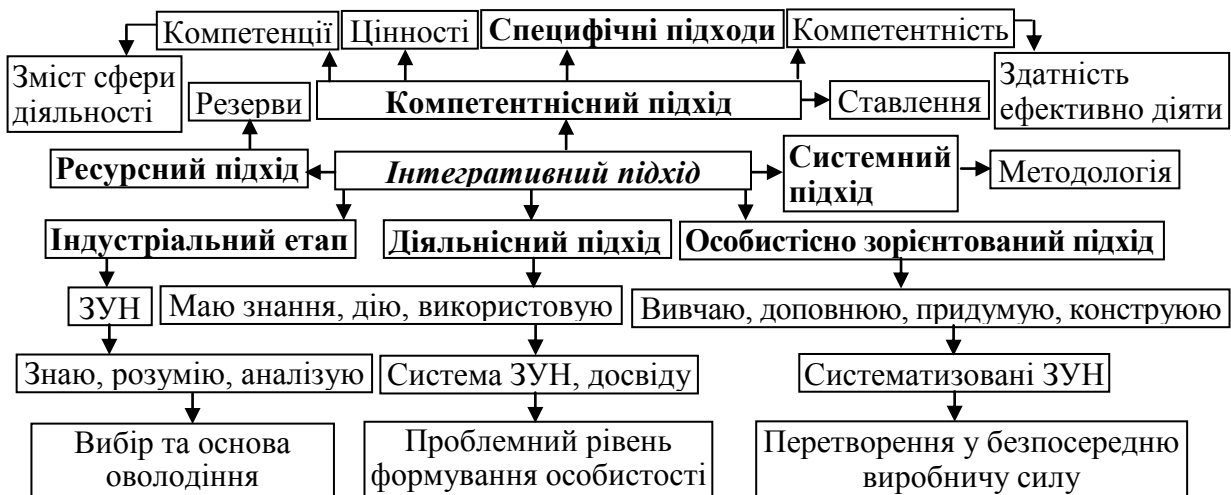


Рис. 1. Структура інтегративного підходу розвитку ІЦК

Розроблена компетентнісно орієнтована структурно-логічна схема освітньої програми спеціальності та концепція наскрізного впровадження інтегративного підходу. Створена формула досягнення успіху D у розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД: $D = G + M_0 + W + R$, де $G = m + T + V$ – стан готовності особистості до досягнення успіху (m – мислення, T – тямущість, V – воля (відповідальність); M_0 – мотивація (прагнення до дій); $W = v_0 t$ – цінність (суб'єктивна) досягнення успіху, де v_0 – сила прагнення, t – тривалість старань; $R = t^2(J-K)/2$ рівень розвитку (J – якісні зміни, K – кількісні зміни).

Поєднання цієї формули з вимогами педагогічних підходів зумовило формування уявлень ІЦК, яка ґрунтується на методичних засадах навчання ФТД у ЗВО:

– визначення єдиної термінології природничих наук, зокрема, фізики та технічних дисциплін, цифровізації;

– окреслення фундаментальних ідей і принципів фізики та технічних наук, яким відповідає знаннєвий потенціал фахівця ЦТ;

- формування ціннісних орієнтацій на збереження природи, гармонійну взаємодію людини і природи, а також ідей сталого розвитку;

- формування змістових ліній, що забезпечують функціонування діючої системи;

- виділення кола вимог до комп'ютерного, інформаційно-комунікаційного та ІЦ забезпечення діяльності об'єкта управління (здійснювати пошук необхідної інформації з використанням пошукових та експертних систем, зокрема Інтернету; створювати інформаційні об'єкти, фіксувати, записувати, спостерігати за ними і вимірювати їх).

На основі інтегративного підходу визначено змістові лінії реалізації його методологічних складників у системі компонентів освітньої галузі, до якої включено: інформаційно-комунікаційну, цифрову, суспільно-виробничу, процесуально-технологічну; природничо-наукову, фізичну, хімічну, біологічну, екологічну та інші компоненти.

У третьому розділі – **«Теоретико-методологічні основи та засоби впровадження триєдиного підходу «освіта – наука – технології» у підготовці майбутніх фахівців цифрових технологій»** – розкрито сучасний стан розвитку інновацій, окреслено модель інженерно-педагогічної підготовки фахівця ЦТ та розвитку ІЦК як такої, що визначає перспективу становлення інженерно-педагогічної освіти. З цього погляду запропоновано реалізовувати надбудову професійних (інженерних) компонент над базовою (педагогічною), що сприятиме розвитку ІЦК.

Виходячи з провідної ідеї дослідження, підготовка інженерів-педагогів зі спеціальності 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)» забезпечена триєдиним підходом «освіта – наука – технології» на першому (бакалаврському) та другому (магістерському) рівні вищої освіти, передбачає впровадження в освітній процес ЦТ, що сприяють розвитку ІЦК. Реалізація визначених завдань окреслена у пропонованій *Концепції розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ*, розбудованої на таких засадах:

- підготовка інженерів-педагогів забезпечується педагогічною, навчально-виробничою й організаційно-методичною діяльністю у сфері професійної освіти;

- інженерно-педагогічна освіта за своєю сутністю є інтегративною та відрізняється як від педагогічної, так і від традиційної інженерної (професійної);

- функціонально-педагогічна діяльність інженера-педагога визначається: конструктивним, комунікативним, проектувальним і гностичним складниками інноваційного освітнього середовища, зокрема, ХООС;

- забезпечення міждисциплінарної інтеграції та міждисциплінарних зв'язків ФТД як засобів розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ;

- освітній процес підготовки фахівців спеціальності 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)» у ЗВО має сприяти формуванню та розвитку інтегральної, загальних і предметних (спеціальних фахових) компетентностей та забезпечуватися обов'язковими та варіативними компонентами освітньо-професійної програми, практичною підготовкою тощо;

– виходячи з тенденції до запровадження в ЗЗСО профільного навчання, підготовка інженерів-педагогів має узгоджуватись з ключовими компетентностями нової української школи, з-поміж яких – ключова компетентність у природничих науках і технологіях розкриває наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній діяльності.

Обґрунтовано, що реалізація вищезазначених концептуальних засад сприятиме розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

Визначено методи поліструктурного формування змісту навчання СНКС на основі триєдиного підходу «освіта – наука – технології» та схарактеризовано її структуру, етапи подальшого розвитку.

Обґрунтовано, що розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ сприяє інтегративний підхід до формування змісту ФТД, робототехніки та мехатроніки, тощо; функціональні можливості робототехнічних систем, принципи створення STEM технологій.

Здійснено аналіз Рамкових програм і Рекомендацій (2011–2018) Ради Європейського Союзу та відповідних документів Кабінету Міністрів України в частині залучення України до європейського дослідницького простору та Єдиного цифрового ринку Європи, системно визначено етапи впровадження цифрової компетентності та цифрових технологій у практику роботи ЗВО й окреслено засади розвитку ІЦК під час навчання ФТД студентів спеціальності 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)».

У четвертому розділі – «Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності у навчанні фізики і технічних дисциплін при підготовці майбутніх фахівців цифрових технологій» – досліджено і розкрито зміст і структуру поняття цифрова освіта, ІЦК та сформовані її компоненти (інтегративні, загальні, фахові), інформаційно-цифрові ресурси.

Обґрунтовано та сформовано визначальні *компоненти методичної системи розвитку ІЦК* майбутніх фахівців ЦТ: система цілей забезпечення, цінностей та готовності до застосування їх у навчальній і майбутній професійній діяльності; зміст теоретичної та практичної підготовки майбутніх фахівців; оновлені методи, засоби розвитку ІЦК; форми організації освітньої діяльності суб'єктів навчання; техногенно-цифрове освітнє середовище.

Визначені методологічні орієнтири розвитку ІЦК у навчанні ФТД: система форм й методів об'єктивної та обґрунтованої діагностики успішності навчання за різних критеріїв ІЦК, забезпеченні взаємоконтролю і самоконтролю суб'єктів навчання; стратегія адаптивної системи навчання, що передбачає ефективне навчання обдарованих студентів і стимулює їхню самостійну роботу.

Запропоновані базові та варіативні компоненти змісту професійної освіти та сформована освітня програма і карта послідовності розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ. Розроблено модель техногенно-цифрового освітнього середовища (рис. 2), що ураховує вимоги НТП, тенденції цифровізації тощо.

Обґрунтовано, що запропонована модель техногенно-цифрового середовища сприяє розвитку ІЦК (рис. 3) студентів у навчанні ФТД.

Концепція розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД є основою

для узагальненої моделі формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ у навчанні ФТД. Вона включає цільовий, теоретико-методологічний, стратегічно-нормативний, організаційно-змістовий, діагностичний та результативний компоненти при підготовці бакалаврів. Обґрунтовано відмінності упровадження концептуальних засад на першому (бакалаврському) та другому (магістерському) рівнях вищої освіти, останній передбачає поглиблені наукові та спеціальні знання і навички інноваційного характеру. Схарактеризовано цільовий, науково-методологічний, стратегічно-нормативний, змістово-науковий, моніторинговий та результативний складники при підготовці магістрів, у тому числі практичний – компонент, який передбачає врахування та формування досвіду продукування та застосування інновацій з вирішення проблемних професійних завдань у освітній галузі, зокрема ІТ.

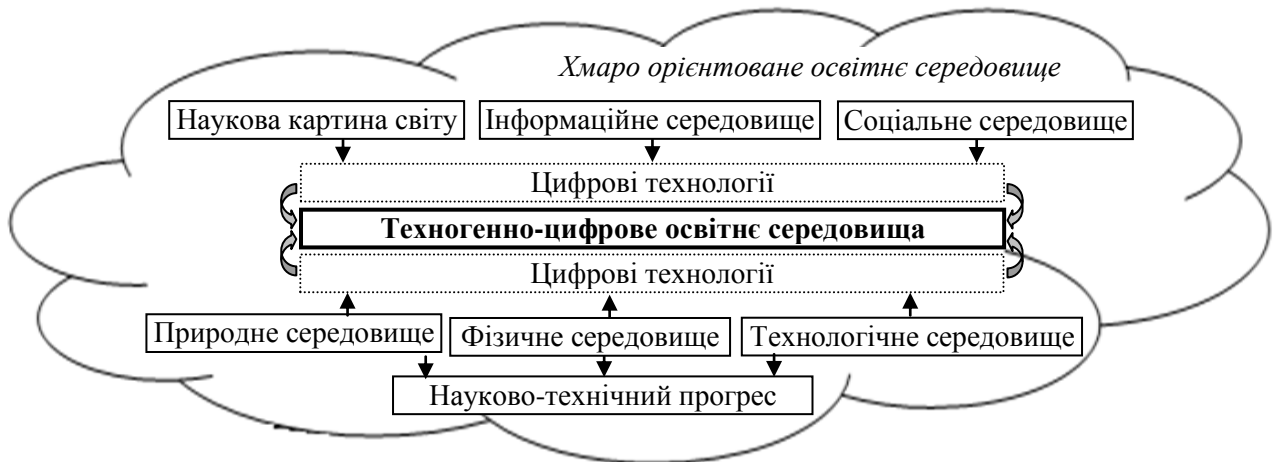


Рис. 2. Модель техногенно-цифрового освітнього середовища

Методична система (рис. 4) розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ у навчанні ФТД обґрунтовує необхідність та доцільність введення до навчальних планів підготовки фахівців у ЗВО інтегративних курсів ФТД, курсів робототехніки, мехатроніки, теорії самоорганізуючих систем, що забезпечить якісний теоретичний рівень і практичний розвиток у студентів ІЦК.

Концептуальну основу методичної системи складають окреслені нами інтегративний та триєдиний підходи, дидактичні принципи та принципи цифровізації, що дали змогу нам сформулювати концепцію розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ.

Цільовий компонент представлений цілями різного рівня (стратегічна, етапні; локальні; проміжні; тактичні; оперативні), що в залежності від умов забезпечують розвиток ІЦК майбутніх фахівців ІТ під час навчання ФТД.

Змістовий компонент об'єднує три складові: фізика, технічні дисципліни та інтегративні курси. Таке об'єднання можливе на основі використання наскрізних понять, що забезпечує розвиток ІЦК.

Особливістю *процесуального компоненту* є збільшення акценту на використанні ІТ. Він як один із засобів навчання включає систему сучасного фізико-технічного експерименту навчання ФТД з розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ на базі мікроелектроніки, ІКТ, цифрових технологій навчання, зокрема система дослідів лабораторних та практичних робіт; цифрова

лабораторія на базі «L-мікро®», «Архімед», Arduino, Lego-2; шестирівнева (з двох поколінь) модель надання хмарних технологій (абсолютне робоче місце, робоче місце як послуга, віртуальне робоче місце, програмне забезпечення (ПЗ), платформа, інфраструктура).



Рис. 3. Компоненти ІЦК

Результативно-діагностичний компонент забезпечує моніторинг за ефективністю функціонування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ у навчанні ФТД.

З метою методичного забезпечення освітнього процесу з ФТД сформовано й упроваджено в освітній процес ЗВО комплекс навчальних дисциплін, який забезпечує: концептуальний і методологічний зміст сучасного природознавства

як цілісний дидактичний цикл освітнього процесу; можливості варіативної складової в освітній діяльності викладача та самоосвітній діяльності студентів за індивідуальною освітньою траєкторією; повне, цілісне ПЗ освітньої програми формування фахівців ЦТ.

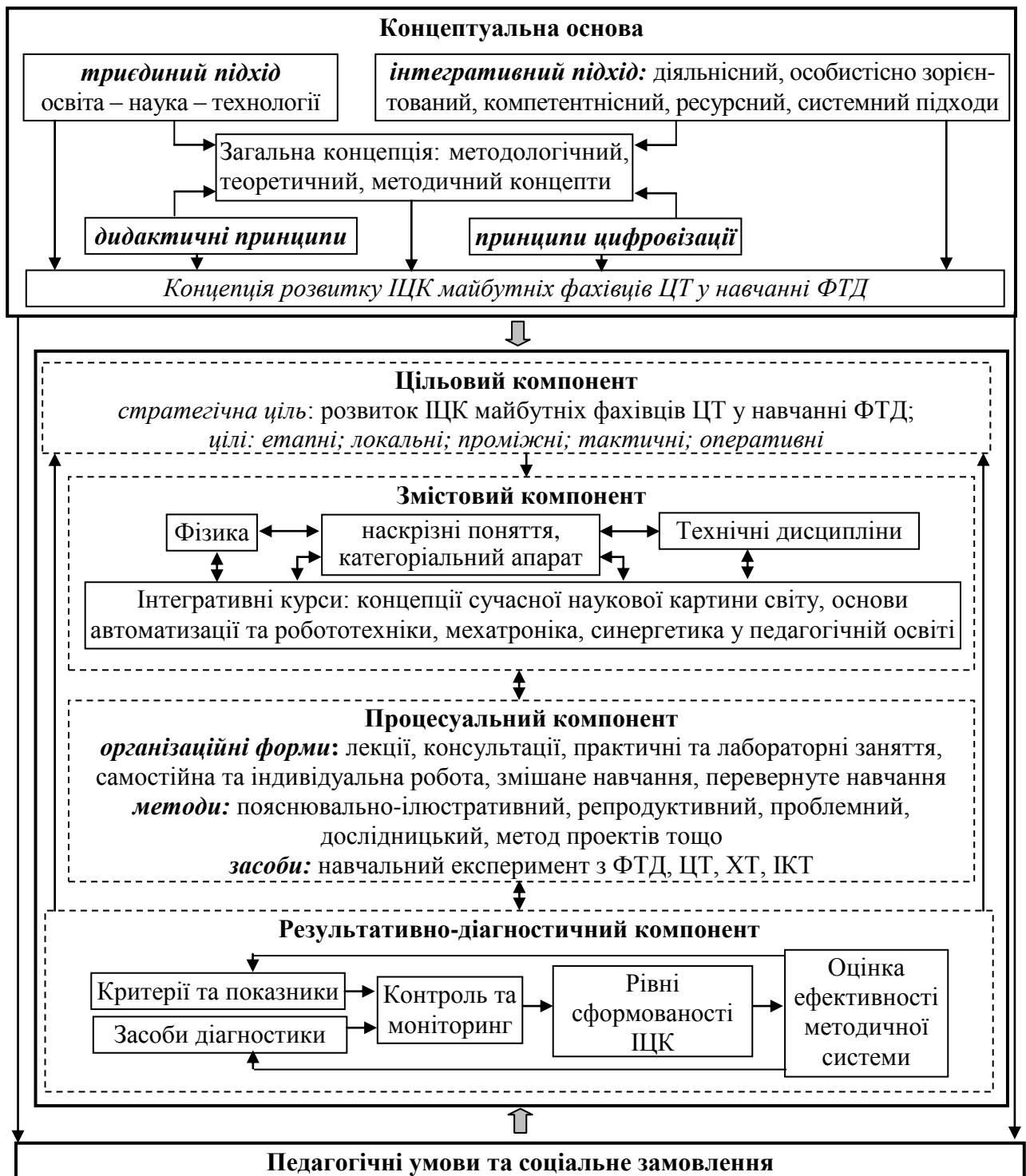


Рис. 4. Методична система розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД

У п'ятому розділі – «Експериментальна перевірка ефективності методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін» – здійснено перевірку ефективності визначених у дослідженні

теоретико-методичних і практичних результатів, методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ у навчанні ФТД, проведено педагогічний експеримент та експертну оцінку. Педагогічний експеримент проводився у 9 ЗВО.

Виходячи з визначених науковцями А. Т. Глазуновим, С. У. Гончаренком, М. І. Грабар, В. І. Завязінським Т. В. Кожуховою, Т. Є. Кристопчук, Ю. З. Кушнер, Г. П. Лаврентьевою, Г. Ю. Ніколаї, П. І. Образцовим, С. О. Сисоєвою, О. В. Чукаєвим, М. П. Шишкіною й ін. вимог до організації, проведення, збору педагогічних фактів у спеціально створених умовах і способів визначення підсумків педагогічного експерименту з урахуванням світових стандартів до проведення педагогічних досліджень (APA Ethical Code; International Journal of Internet Science, Research Methods and Statistics Links by Subtopic), ми визначили технологію його проведення. Педагогічний експеримент розглядається як своєрідно сконструйований освітній процес педагогічного впливу і результату, де використовується широкий арсенал методів, способів, підходів, засобів, і дає змогу ґрунтовніше, на відміну від традиційних оцінок, з'ясувати зв'язки між різними сторонами досліджуваних педагогічних процесів, пов'язаних із розвитком ІЦК у майбутніх фахівців ІТ, точніше враховувати дієвість розроблених і внесених педагогічних нововведень, що впливають із дослідження.

Педагогічний експеримент проводився в три етапи: *констатувальний* (2012–2014), *пошуковий* (2014–2016) та *експериментальний* (2018–2019). Перший етап полягав у виявленні (якісного та кількісного) рівня сформованості показників процесуально-мотиваційного, когнітивно-діяльнісного, емоційно-оціночного, інноваційно-рефлексивного компонентів ІЦК майбутніх фахівців ІТ у навчанні ФТД за традиційною методикою. Проведений аналіз навчальних планів, освітніх і робочих програм з ФТД, робототехніки, мехатроніки, синергетики в освіті, СНКС дав підставу визначити показники для кількісної оцінки компетентності, критерії компонентів, показники та рівні. Це дозволило виділити 157 наскрізних, генеруючих фундаментальних показників з розвитку ІЦК, які класифіковані за вказаними 4 компонентами і рівнями: 47 початковий, 39 – середній, 41 – достатній, 30 – високий.

Дослідження якості компетентності студентів за компонентами та показниками виконувалося на основі аналізу результатів виконання комп'ютерних тестових завдань, усних і письмових відповідей студентів, моніторингових зрізів, бесід із учасниками моніторингу. Якість засвоєння змісту й усвідомлення сутності кожного показника оцінювалася кількісно коефіцієнтом K_3 , який розраховувався відношенням кількісних результатів навчання n до результатів, що відповідають цілям дослідження N відповідно до кожного компоненту. Поелементний аналіз показників та їхньої структури дозволив з'ясувати часові досягнення студентів і планувати подальшу експериментальну роботу й коригування.

У дослідженні допускалася похибка в розрахунках у 5 %. Тоді за законом достатньо великих чисел об'єм вибірки визначається за формулою $n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2}$, де n – об'єм вибірки, t – коефіцієнт Стюдента, p – ймовірність правильних

відповідей, q – ймовірність неправильних відповідей, ε – гранична помилка (в нашому випадку $\varepsilon = 0,05$).

Узагальнені результати констатувального експерименту приведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Узагальнені результати констатувального експерименту (%)

Компоненти	Початковий	Середній	Достатній	Високий	Підсумковий
Процесуально-мотиваційний	32,48	35,18	22,71	7,56	25,55
Когнітивно-діяльнісний	37,56	36,74	26,72	7,26	29,41
Емоційно-оціночний	37,50	26,13	19,46	10,13	24,54
Інноваційно-рефлексивний	30,40	35,74	25,89	8,35	25,51
Всього	34,63	33,39	23,58	8,32	26,41

Метою пошукового експерименту було утворення експериментальної моделі діяльності суб'єктів навчання, яка формувалася на основі концепції дослідження. Тут створювався новий досвід упровадження методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ з урахуванням прогностичних передбачень; забезпечувалася вибіркова науково-експериментальна перевірка ефективності концептуальних положень; попередня апробація методичної системи розвитку ІЦК студентів ЦТ у ЗВО під час навчання ФТД, як відкрита розвиваюча система навчання майбутніх фахівців ЦТ; визначалися критерії для експертної оцінки сформованої моделі ІЦК майбутніх фахівців ЦТ; створювалося науково-методичне забезпечення експерименту; здійснювався аналіз результатів вибірових контрольних зрізів.

На заключному етапі педагогічного експерименту здійснювалася перевірка ефективності розробленої методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД, робототехніки, мехатроніки, самоорганізуючих систем. Дослідження підлягає під ймовірнісний аналіз за дотримання визначених практикою умов: відповідність дослідження рівневі розвитку педагогічної науки; підтвердження результатів статистично значущою доказовою базою; дотримання умов всіх пізнавальних процедур, які становлять етапи наукового пошуку; використання валідних дослідницьких методик; точність і визначеність теоретичної позиції автора; вибір необхідних і достатніх тактичних засобів методологічного аналізу проблеми; коректна (необхідна і достатня) кількість емпіричних даних; забезпечення обґрунтованої теоретичної обробки й інтерпретації емпіричного матеріалу; використання математичних методів обробки експериментальних даних; використання ПЗ та комп'ютерних презентацій.

Аналіз узагальнених результатів педагогічного експерименту за процесуально-мотиваційного, когнітивно-діялісного, емоційно-оціночного та інноваційно-рефлексивного компонентів в КГ та ЕГ (табл. 2, рис. 5) показав позитивні зміни розвитку сформованості ІЦК майбутніх фахівців ЦТ в ЕГ в порівнянні з КГ. В цілому коефіцієнт засвоєння зріс на: 29,90 % початковий (репродуктивний) рівень, 29,54 % середній рівень (проблемний), 30,13 % достатній (конструктивний), 15,29 % високий (творчий).

З аналізу приведеної таблиці 2 випливає, що коефіцієнт проаналізованих і усвідомлених знань майбутніх фахівців ЦТ у ЕГ має стійку тенденцію до стабільного засвоєння на високому рівні фундаментальних наскрізних понять

ФТД в умовах цифровізації. Закономірним є, що зі збільшенням складності завдань зменшується коефіцієнт засвоєння знань.

Таблиця 2

Узагальнені результати педагогічного експерименту

Компоненти	КГ ЕГ	Поч., K_3	Сер., K_3	Дост., K_3	Вис., K_3	Підсум- ковий, K_3	ΔK_3	Відхилення K_3
Процесуально- мотиваційний	КГ	32,17	38,28	30,02	9,11	28,99	28,99	-0,37
	ЕГ	69,37	70,47	58,00	23,82	57,98		-2,28
Когнітивно- діяльнісний	КГ	38,73	37,75	28,01	7,45	30,39	31,83	-1,77
	ЕГ	69,90	69,14	71,58	26,07	62,22		-6,52
Емоційно- оціночний	КГ	36,07	28,25	21,02	10,24	25,69	24,38	+2,93
	ЕГ	60,89	55,73	47,27	27,04	50,07		+5,63
Інноваційно- рефлексивний	КГ	30,40	41,33	33,74	11,46	29,32	22,95	-0,70
	ЕГ	57,92	68,18	57,65	23,44	52,27		+3,43
Всього	КГ	34,53	36,28	28,42	9,69	28,62	27,08	
	ЕГ	64,43	65,82	58,55	24,98	55,70		

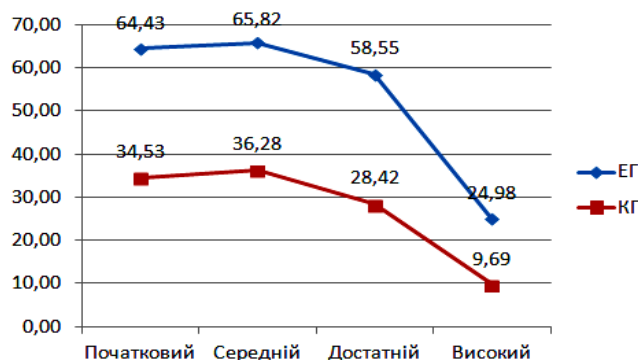


Рис. 5. Узагальнені результати педагогічного експерименту

У КГ коефіцієнт проаналізованих та усвідомлених показників засвоєння нижчий за результати ЕГ (табл. 2, рис. 5). Частина студентів не опанувала принципами цифровізації, що пояснюється недостатньою їх підготовкою з природничих і технічних наук. Різниця коефіцієнтів проаналізованих та усвідомлених показників ЕГ і КГ складає $d = K_{ze} - K_{zk} = 27,08\%$ (табл. 3).

Таблиця 3

Підсумкові результати педагогічного експерименту

Групи	Кількість студентів (n)	Всього елементів, N_0	Відтворено елементів, N	$K_3 = \frac{N}{N_0} \cdot 100, \%$
Контрольні	378	59346	16986	28,62
Експериментальні	382	59974	33406	55,70

Отримані кількісні й якісні показники розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ, внесені нововведення у теорію та практику педагогіки, методології та методу навчання ФТД в умовах цифровізації показав ефективність розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК у ході вивчення ФТД, робототехніки, мехатроніки, синергетики в освіті, СНКС.

Коефіцієнт проаналізованих та усвідомлених знань суб'єктами педагогічного експерименту в ЕГ майже у двічі відрізняється від відповідного коефіцієнта в констатувальному експерименті, що свідчить, що впровадження

цифровізації в освітній процес навчання ФТД забезпечили покращення ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

Статистичні характеристики результатів педагогічного експерименту також підтверджують ефективність розробленої методичної системи (табл. 4).

Таблиця 4

Основні характеристики статистичних відхилень

Групи	$K_3, \%$	E	D	σ	V
Експериментальні	55,70	285,3	18,3068	4,2786	0,0773
Контрольні	28,62	118,6	2,0921	1,4464	0,0513

Коефіцієнт варіації (відношення середньоквадратичного до середньоарифметичного) (табл. 4). в ЕГ у 1,52 рази вищий за КГ, що свідчить про більш вищий степінь позитивного ризику нововведень, а відповідно не лише до кращої успішності, але й до більш стабільного освітнього процесу, бо $V_e > V_k$.

Із розбіжності $\sigma_e = 4,2786$, $\sigma_k = 1,4464$ випливає, що інноваційність цифровізації є відчутною. Значення моди в ЕГ значно вища, ніж у КГ, що вказує на позитивні зрушення стабільності більш вищого рівня засвоєння знань та ІЦК. Різниця в якості компетентності учасників педексперименту, що виражається через показники КГ та ЕГ є суттєвою на рівні достовірності 99,7 %, якій відповідає критерій Стьюдента в 7,8616.

Крім експериментальних вимірювань було використано і метод експертних оцінок, що дозволило врахувати варіативність емпіричних даних, педагогічні проблеми та явища, що не піддаються формалізації. До експертного оцінювання залучалися 55 компетентних фахівців, які здійснювали поєднання опосередкованого спостереження та опитування. В дослідженні ми скористалися шестиетапною методикою підготовки експертизи, розробленої А. А. Киверялг.

Експертній оцінці піддавалася та частина методичної системи розвитку ІЦК, яка викладена у навчальних посібниках, методичних рекомендаціях і включає дидактичний, інформаційно-змістовий, ергономічний та інноваційність цифровізації. Результати експертних оцінок приведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Результати обчислення експертних оцінок

	Показники (вимоги)			
	Дидактичний	Інформаційно-змістовий	Ергономічний	Інноваційність цифровізації
M_j	86,64	88,55	80,18	91,36
K_j^1	0,15	0,11	0,07	0,22
S_j	136	149	86	168
D_j	89,87	54,33	66,63	40,24
σ_j	9,48	7,37	8,16	6,34
V_j	0,11	0,08	0,10	0,07

Результати експертної оцінки свідчать про наступне. Коефіцієнт варіації V_j знаходиться в межах до 11%, що свідчить про високий рівень. Середньоквадратичне відхилення оцінок методичної системи σ_j має незначне відхилення в оцінках експертів з кожної складової й є найбільш значимою в оцінці інноваційності цифровізації. Дисперсія D_j оцінок експертів є найменшою в оцінці цього ж показника, що свідчить про актуальність теми дослідження.

Закономірно найбільшою виявилася сума рангів S_i виставлена експертами поняттю інноваційності цифровізації, як новітньої та своєчасної в освітньому процесі з розвитку в студентів ІЦК. Крім ергономічного складника в повторюваності K_i всі інші оцінені експертами високими оцінками, де виділяється інноваційність цифровізації. Середньоарифметична оцінка M_j понять, що підлягалися експертизі виявилася стабільно високою.

За результатами експертної оцінки з'ясовано, що запровадження до змісту курсів ФТД принципів цифровізації засобами робототехніки, мехатроніки, синергетики отримало найвищі бали, а відповідно мають бути запроваджені у відповідні навчальні програми ЗВО.

Експертна оцінка методичної системи розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ підтвердила її актуальність і значення, що позитивно вплинуло на удосконалення змісту дидактичних принципів у частині інноваційної складової на основі реалізації процесуально-мотиваційного, когнітивно-діяльнісного, емоційно-оціночного, інформаційно-рефлексивного компонентів у навчанні ФТД, робототехніки, мехатроніки, синергетики, чим посилено рівень їх логіко-гносеологічної структури та роль фундаментальних узагальнюючих у наскрізному вивченні методологічних основ інтегрованих курсів.

ВИСНОВКИ

1. На основі узагальнення великого масиву науково-педагогічних джерел інформації та глобальних освітніх викликів *досліджено* методологію еволюції системи суперечностей між об'єктом і суб'єктом, наукою і технікою, природою і пізнанням XVII – XX – початку XXI ст.; *окреслено* співвідношення між нескінченністю і необмеженістю предмету пізнання цілісного прояву природи і скінченністю та обмеженістю пізнаної людиною її частини. *Встановлено*, що еволюційні моделі пізнання не можуть бути абсолютно тотожними реальності, вони завжди відносні, оскільки відображають загальний стан розвитку науки, людства загалом і конкретної людини, зокрема. Залежно від цього окремі люди можуть усвідомлювати лише певну частину загального інформаційного здобутку людства. Це повною мірою стосується й еволюційного моделювання та цифровізації.

Виявлено закономірності постійного розв'язання та створення нескінченного ланцюжка суперечностей, що складає процес пізнання. З філософської точки зору дані тенденції відображаються у співвідношенні об'єктивної, абсолютної та відносної істини. *Досліджено* своєрідність і діалектичний характер процесу відображення об'єкту дослідження у свідомості суб'єкту пізнання з точки зору логічних категорій через поняття невизначеності, як сходінки пізнання, як ступеня послідовного виділення суб'єктом самого себе з природи і відповідно послідовним оволодінням природи. Кожна така категорія (невизначеність) відображає за змістом певну сторону дійсності, певний закономірний зв'язок явищ і процесів

З'ясовано, що з точки зору принципу історизму знаряддя праці, як основа розвитку і засобів навчання ФТД, зазнали еволюції: ручний інструмент за

енергетичного джерела енергії – силові зусилля робітника; від індивідуальних машин (знаряддя праці) до комплексної механізації процесів виробництва та автоматизації на основі теплової, електричної та інших видів енергії як рушійних сил розвитку і змін освітньої парадигми; вищий ступінь автоматизації через упровадження технічних засобів кібернетики, створення інтегративних галузей знань і відповідних навчальних дисциплін; виникнення комп'ютерних центрів управління технологіями виробництва, які забезпечують діяльність за ланцюгом: постійне збирання, систематизація і передача інформації в систему вироблення (обґрунтування) і прийняття рішення → перетворення рішення на різні форми команд (усна, письмова, комп'ютерна, наказ тощо) → підготовка інформації для аналізу ефективності прийнятого рішення → коригування прийнятого рішення → виконання остаточно прийнятого рішення. Закономірно реалізація такого підходу в науці і техніці викликала цифровізацію.

2. На основі аналізу вітчизняних і зарубіжних джерел та еволюції вимог вищої освіти України *визначено* ступінь розробленості проблеми розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ в умовах цифровізації, *встановлено* закономірності розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ в умовах цифровізації навчання ФТД у ЗВО. *Окреслено* ознаки сучасного змісту поняття ІЦК, що є результатом розвитку технологій та інформаційної сфери суспільства. *Визначено* зміст «інформаційно-цифрової компетентності» у конкретизованому (вузькому) аспекті та загальному (широкому). *Доведено*, що ІКТ є більш загальним змістовим поняттям (соціальна сфера, цінності, громадянські моменти, комунікативність, життєдіяльність людини) ніж ЦТ, які більше спрямовані на цифрово-технологічну галузь.

Розроблено концепцію наскрізного впровадження інтегративного підходу в підготовці кваліфікованих фахівців ЦТ, як основи для створення методичних засад та методики навчання курсів робототехніки, мехатроніки, методики навчання ФТД на базі генералізації освіти та *досліджено* нові методологічні і дидактичні основи формування стандартів професійної освітньої програми спеціальності 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)».

3. *Узагальнено* неоднозначні трактування дослідниками змісту поняття ІЦК та встановлено спільні його ознаки: зовнішні і внутрішні чинники, кількісні змін як етап створення нових якостей тощо. *Визначено* теоретико-методологічні основи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ, *сформовано* інтегративну систему розвитку ступеневої ІЦК, *розроблено* вимірні показники ІЦК високого рівня узагальнення, де головним є формування наукового способу мислення. *Виявлено*, що розвиток проявляється через якісні зміни у психічній діяльності за висхідним шляхом, що забезпечує формування нових рис пам'яті, сприймання, уявлення, мислення, волі, характеру, а в цілому формування нових якостей особистості.

4. *Обґрунтовано* теоретико-методологічні основи модернізації триєдиного підходу: «освіта–наука–технології», як засобу фундаменталізації освіти, що забезпечує суспільний розвиток ЦТ; *встановлено*, що така взаємодія розкриває співвідношення між наукою і технікою сучасної епохи, є наслідком злиття в

єдиний процес матеріально-духовного та теоретико-практичного суспільно-історичного руху та перетворення у безпосередню продуктивну силу.

Здійснено аналіз інтегративних особливостей ФТД, робототехніки та мехатроніки в умовах цифровізації, як засобів розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. *З'ясовано*, що кібернетика по відношенню до фундаментальних наук: фізики, біології, технічних дисциплін має інтегративне значення, бо інформаційно-цифрові основи керування процесами є загальними для всіх галузей. Тому основні положення кібернетики є важливим елементом наукового світогляду суб'єктів навчання у професійному становленні.

5. *Сформовано* інтегративну ступеневу модель розвитку ІЦК на основі фізико-технічної підготовки майбутніх фахівців ЦТ у ЗВО в умовах цифровізації. *Розроблено* методіку розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД, де посилено пошукову, проблемно-дослідницьку спрямованість освітнього процесу, забезпечено ефективний рівень самостійної роботи студентів на основі акцентування значущості самоуправлінської діяльності з формування організаторського, управлінського, комунікативного досвіду.

Розроблено метод активізації розумової діяльності студентів у розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ через збурення думки аж до хаосу в порядок наукових пошуків студента, які приводять суб'єкта навчання до рівноважного порядку розмірковування. *Доведено*, що коли виникає ланка: збурення думки → впорядкування знань, то ефективність навчання поліпшується. Організація навчально-пізнавальної роботи за нелінійного підходу відрізняється від традиційної тим, що суб'єкт дослідження може активно втручатись у хід дослідження фізичного явища чи процесу: як при вивченні теоретичних проблем, так і в процесі експериментування.

Сформовані засадничі положення моделювання освітнього середовища на основі принципів генералізації та фундаменталізації знань ФТД при підготовці майбутнього фахівця ЦТ. *Визначено* особливості проектування освітнього середовища та його сервісів, форм варіантів динамічного управління, доступу до програмно-апаратного забезпечення, його гнучким налаштуванням на потреби користувача. *Доведено* ефективність високотехнологічних платформ, що змінюють уявлення про інфраструктуру організації освітнього процесу в ЗВО.

На організаційно-змістовому рівні *окреслена* структура компетентісно орієнтованого освітнього середовища підготовки фахівців ЦТ спрямована на розвиток сучасних ІЦ технологій навчання, проектної діяльності суб'єктів навчання, вирішення завдань вимірювання якості освіти, реорганізацію освітнього процесу на посилення методологічної, інтеграційної, модельної складових відповідно профілю майбутньої педагогічної діяльності.

6. *Розроблено* методичну систему розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД, яка ґрунтується: на принципах цілеспрямованості, змістової предметності, інноваційності методів, локальності технологій, динамічності організаційних форм, результативності; новітній парадигмі освіти.

Обґрунтовано складові компоненти (цільовий, змістовий, процесуальний, результативно-діагностичний), *доведено* необхідність та доцільність введення

до навчальних планів підготовки фахівців у ЗВО інтегративних курсів ФТД, курсів робототехніки, мехатроніки, теорії самоорганізуючих систем, що забезпечить якісний теоретичний рівень і практичний розвиток у студентів ІЦК; *окреслено* концептуальну основу, що складає інтегративний та триєдиний підходи, дидактичні принципи та принципи цифровізації; концепцію цифровізації.

7. У ході педагогічного експерименту виявлено ефективність та перспективність методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД у ЗВО. Її реалізація перевірялася під час педагогічного експерименту за 4-а рівнями: початковий, середній, достатній, високий. Результати педагогічного експерименту в повній мірі підтвердили цілісну концепцію та ефективність методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у ході навчання ФТД.

Аналіз результатів педагогічного експерименту за процесуально-мотиваційного, когнітивно-діяльнісного, емоційно-оціночного та інноваційно-рефлексивного компонентів у КГ та ЕГ показав позитивні зміни розвитку сформованості ІЦК майбутніх фахівців ЦТ в ЕГ в порівнянні з КГ. В цілому коефіцієнт засвоєння зріс на: 29,90 % початковий (репродуктивний) рівень, 29,54 % середній рівень (проблемний), 30,13 % достатній (конструктивний), 15,29 % високий (творчий). Експертна оцінка виявила, що запровадження до змісту курсів ФТД принципів цифровізації засобами робототехніки, мехатроніки, синергетики отримало найвищі бали, і тому мають запроваджуватися у відповідні навчальні програми ЗВО.

Дане дослідження не вичерпує всіх аспектів розв'язання проблеми організації професійно-спрямованої підготовки з ФТД майбутніх фахівців ЦТ і розвитку в них ІЦК, що є потребою цифровізації суспільства. Подальших науково-методичних пошуків потребують такі аспекти проблеми: психолого-педагогічні дослідження, пов'язані з впливом цифровізації на освітній процес та його суб'єктів; створення професійно-орієнтованих інтегрованих навчально-методичних комплексів ФТД для інших напрямків підготовки інженерів-педагогів; удосконалення ресурсної бази для забезпечення професійно орієнтованого навчання ФТД в умовах цифровізації та ін.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Монографія:

1. Трифонова О.М. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін у закладах вищої освіти: монографія. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2019. 508 с.

Посібник:

2. Трифонова О.М., Садовий М.І. Наукова картина світу ХХІ століття: інтегративність природничих і технічних наук: навч. посіб. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2019. 332 с. (*Вч.рада ЦДПУ протокол №12 від 27.05.19*).

Статті у наукових фахових виданнях України:

3. Трифонова О.М. Розв'язання суперечностей фізики кінця ХІХ – початку ХХІ століття. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2010. Вип. 90. С. 293–298.

4. Трифонова О.М. Психолого-дидактичні експерименти в умовах ІКТ. *Науковий часопис нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ, 2010. Вип. 22. С. 493–498.

5. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Про методологічні основи наукових досліджень. *Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді*. Кіровоград, 2010. Вип. 14, кн. 1. С. 497–508.

6. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Форми і методи організації самостійної навчально-дослідницької діяльності студентів при вивченні історії фізики. *Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту. Серія: Педагогічні науки*. Чернігів, 2011. Вип. 89. С. 376–381.

7. Слюсаренко В.В., Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Проблема формування змісту фізичної освіти в сучасних умовах. *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ, 2011. Вип. 27. С. 283–289.

8. Трифонова О.М. Діагностика якості знань студентів з використанням ІКТ в умовах формування інформаційного суспільства. *Наукові записки Ніжинського держ. ун-ту імені Миколи Гоголя. Серія «Психолого-педагогічні науки»*. Ніжин, 2011. № 10. С. 97–101.

9. Трифонова О.М. Формування готовності до інноваційних дій у навчальному процесі. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам.-Под., 2012. Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. С. 88–90.

10. Трифонова О.М. Науково-методичне забезпечення вивчення фононів у загальному курсі фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2013. Вип. 121, ч. I. С. 211–217.

11. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Перспективи застосування ІКТ при навчанні фізики для підвищення якості освіти. *Вища освіта України: теоретичний та науково-методичний часопис*. Луцьк, 2013. № 2 (додаток 2). Тематичний випуск: «Науково-методичні засади управління якістю освіти у вищих навчальних закладах». С. 428–434.

12. Трифонова О.М. Сучасна концепція всебічно-розвиненої особистості й В.О. Сухомлинський. *Наукові записки. Серія: педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2013. Вип. 123, т. II. С. 352–356.

13. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі експериментального відображення універсальних сталих / Кіктева А.В., Небога А.О., Садовий М.І., **Трифонова О.М.** *Науковий вісник Ужгородського нац. ун-ту. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. Ужгород, 2013. Вип. 28. С. 73–76.

14. Садовий М.І., Хомутенко М.В., **Трифонова О.М.** Застосування ІКТ для дослідження систем з найменшою енергією. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам.-Под., 2013. Вип. 19: Інноваційні

технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. С. 234–237.

15. **Tryfonova O.M.** (Trifonova O.M.) Studying of lenses and their properties. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2014. Вип. 5, ч. 1. С. 174–179.

16. Трифонова О.М. Концепція сучасної наукової картини світу у вищих навчальних закладах. *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ, 2014. Вип. 47. С. 288–295.

17. Трифонова О.М. Проблема компетентнісного підходу у вищій школі. *Вища освіта України № 3 (додаток 2)*. Кіровоград, 2014. Т. 1. Тематичний випуск «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології». С. 156–160.

18. Трифонова О.М., Садовий М.І. Синергетичні особливості організації самостійної роботи студентів за інформаційно-комунікаційних технологій навчання. *Зб. наук. пр. Уманського держ. пед. ун-ту імені Павла Тичини*. Умань, 2014. Ч. 2. С. 369–375.

19. Трифонова О.М. Про науково-педагогічні підходи у дослідженнях. *Наукові записки. Серія: педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2015. Вип. 135. С. 206–211.

20. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Становлення понять компетенція та компетентність. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2015. Вип. 141, ч. 1. С. 11–14.

21. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Формування предметної компетентності з фізики при вивченні співвідношення гравітаційної та інертної мас. *Наукові записки Бердянського держ. пед. ун-ту. Серія: Педагогічні науки*. Бердянськ, 2015. Вип. 2. С. 239–247.

22. Трифонова О.М. Наукова картина світу – основа інтеграції природничих і технічних знань. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2015. Вип. 8, ч. 4. С. 104–111.

23. Трифонова О.М. Взаємозв'язок еволюції технологій архітектури обчислювальних систем та сучасної наукової картини світу. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2016. Вип. 9, ч. 3. С. 16–21.

24. Садовий М.І., **Трифонова О.М.**, Хомутенко М.В. Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. *Вісник Черкаського ун-ту. Серія: педагогічні науки*. Черкаси, 2016. № 7. С. 8–16.

25. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Методичні проблеми створення засобів діагностики знань студентів. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2016. Вип. LXXI, т. 1. С. 64–70.

26. Трифонова О.М. Принципи добору матеріалів для матриці композиційних матеріалів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-*

математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В.Винниченка). Кропивницький, 2016. Вип. 10, ч. 3. С. 147–151.

27. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Розвиток технологічної та природничої освіти в умовах сталого розвитку. *Наукові записки. Серія педагогічні науки (НПУ ім. М.П. Драгоманова)*. Київ, 2016. Вип. СХХХІІ (132). С. 197–207.

28. Трифонова О.М. Системний підхід у фаховій підготовці майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2017. Вип. 11, ч. 4. С. 104–108.

29. Трифонова О.М. Синергетика як метод педагогічних досліджень. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2017. Вип. 12, ч. 2. С. 45–51.

30. Методика навчання фізико-технічних дисциплін на засадах білінгвального підходу / Садовий М.І., Суховірська Л.П., **Трифонова О.М.**, Вергун І.В. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2018. Вип. LXXXI, Том. I. С. 77–84.

31. Трифонова О.М. Навчання фізико-технологічних дисциплін майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2018. Вип. 168. С. 262–267.

32. Трифонова О.М. Реалізація ідей В. О. Сухомлинського про освітнє середовище в умовах розвитку сучасного техногенно-інформаційного суспільства. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2018. Вип. 171. С. 229–233.

33. Трифонова О.М. STEM середовище навчання фізико-технічних дисциплін. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам.-Под., 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 37–41.

34. Трифонова О.М. Інформаційно-цифрова компетентність: зарубіжний та вітчизняний досвід. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2018. Вип. 173, ч. II. С. 221–225.

35. Трифонова О.М. Теоретичні та педагогічні аспекти методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Київ-Вінниця, 2019. Вип. 53. С. 234–238.

36. Трифонова О.М. Визначення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності у майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2019. Вип. 177, Ч. II. С. 128–135.

37. Трифонова О.М. Особливості реалізації дидактичних принципів у підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій в епоху розвитку цифрових технологій. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2019. Вип. LXXXVII. С. 163–170.

38. Трифонова О.М. Методичні засади реалізації компетентнісного підходу в навчанні фізико-технічних дисциплін майбутніх фахівців комп'ютерних технологій в умовах інформаційного суспільства. *Фізико-математична освіта (СумДПУ ім. А.С.Макаренка)*. Суми, 2019. Вип. 2 (20). С. 147–154.

39. Трифонова О.М. Теоретико-методологічна основа розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій в умовах інтегративності фізики і технічних дисциплін. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології (СумДПУ ім. А.С.Макаренка)*. Суми, 2019, № 6 (90). С. 161–174.

40. Трифонова О.М. Інформаційно-цифрові ресурси у навчанні фізики та технічних дисциплін при підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Вісник Черкаського нац. ун-ту імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні наук.* Черкаси, 2019. № 3. С. 275–280.

41. Трифонова О.М. Основні компоненти методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій при навчанні фізики і технічних дисциплін. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2019. Вип. 182. С. 123–127.

42. Трифонова О.М. Концепція розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Український педагогічний журнал*. 2019. № 2. С. 45–52.

43. Трифонова О.М. Розвиток інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій під час експериментаторської діяльності з фізики та технічних дисциплін. *Інноваційна педагогіка*. Вип. 13, т. 1. Одеса, 2019. С. 177–182.

44. Трифонова О.М. Триєдине освітнє середовище для розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загально-освітній школах (Класич. прив. ун-т)*. Запоріжжя, 2019. № 64, т. 2. С. 139–143.

45. Трифонова О.М. Концептуальні засади розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія педагогічна (НПУ ім. М.П. Драгоманова)*. Київ, 2019. Вип. СХХХХІІ (142). С. 233–241.

46. Трифонова О.М. Методологічні аспекти розв'язання суперечностей в ході розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія педагогічна (НПУ ім. М.П. Драгоманова)*. Київ, 2019. Вип. СХХХХІІІ (143). С. 190–197.

47. Трифонова О.М. Компоненти методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності у навчанні фізики і технічних дисциплін при підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки Бердянського держ. пед. ун-ту. Серія: Педагогічні науки*. Бердянськ, 2019. Вип. 2. С. 299–309.

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав:

48. Формування експериментально-орієнтованого навчального середовища вивчення фізики / М.І. Садовий, В.В. Слюсаренко, **О.М. Трифонова**, М.В. Хомутенко. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. Budapest (Hungary), 2014. II(16), Issue: 33. P. 79–84.

49. Хомутенко М.В., Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Комп'ютерне моделювання процесів в атомному ядрі. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. № 1, т. 45. С. 78–92. URL : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1191#.VPM03Cz4TGh> (*Web of Science*)

50. Садовый Н.И., **Трифонова Е.М.** Классно-урочная система обучения и альтернативное образование. *Komunikacja w edukacji*. Siedlce (Poland): STN, 2015. Т. 3. Jezyr w komunikacja. С. 295–303.

51. Tryfonova Olena. Development of information and digital competence of future specialists of computer technologies in the study of the physical and technical bases of automated systems. *Modern Technologies in the Education System: monograph*. Katowice (Poland): Katowice School of Technology, 2019. P. 360–368.

52. Трифонова О.М. Дослідження ефективності методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій під час навчання фізики і технічних дисциплін. *Science and Education a New Dimension. Humanities and Social Sciences*. Budapest (Hungary), 2019. VII(35), I.: 213, С. 57–61.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Навчальні та навчально-методичні посібники:

53. Методика і техніка експерименту з оптики: посібн. для студ. фіз. спец. вищ. пед. навч. закл. та вчителів фізики / Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М., Сліпухіна І.А., Войтович І.С. Луцьк: Волиньполіграф, 2011. 292 с. (*Гриф МОНУ: Лист МОН № 14/18-Г-990 від 21.06.2007*).

54. Подопригора Н.В., **Трифонова О.М.**, Садовий М.І. Математичні методи фізики: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. 300 с. (*Гриф МОНмолодьспорт України: Лист МОН № 1/11-3130 від 06.03.2012*).

55. Подопригора Н.В., Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Фізика твердого тіла: навч. посібн. для студ. фіз. спец. пед. ун-тів. Вид. 2-ге. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2014. 413 с. (*Вч.рада КДПУ протокол № 1 від 29.08.14*).

56. Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 10 клас / В.Я. Гайда, М.І. Садовий, **О.М. Трифонова**, С.З. Мурза. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. Абетка, 2019. 44 с. (*лист ІМЗО № 22.1/12-Г-607 від 09.07.19*).

57. Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 11 клас / В.Я. Гайда, М.І. Садовий, **О.М. Трифонова**, В.В. Михайленко. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. Абетка, 2019. 56 с. (*лист ІМЗО № 22.1/12-Г-608 від 09.07.19*).

58. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів загальноосв. шк. / Вовкотруб В.П.,

Садовий М.І., Подопрігора Н.В., **Трифоновна О.М.** Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.

59. Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Місія І.Є. Тамма: навч.-метод. посібн. Кіровоград: Сабоніт, 2011. 134 с.

60. Садовий М.І., Вовкотруб В.П., **Трифоновна О.М.** Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 252 с.

61. Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. пед. ВНЗ. Вид. 2-ге. переробл. та доп. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 436 с.

62. Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Нетрадиційна енергетика та навколишнє середовище: посібник. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. 52 с.

63. Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Сучасна фізична картина світу: навч. посібн. для студ. пед. ВНЗ. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2016. 180 с.

64. Величко С.П., Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики: навч. посібн. для студ. фіз.-мат. факул. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Ч. 1. 136 с.

65. Величко С.П., Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики: навч. посібн. для студ. фіз.-мат. факул. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Ч. 2. 28 с.

66. Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Теорія самоорганізації та синергетики у навчанні студентів педагогічних ВНЗ: посібник. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. 184 с.

67. Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Історія автомобіля: посібник. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. 88 с.

68. Трифоновна О.М., Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навч.-метод. посібн. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 120 с.

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

69. Трифоновна О.М. Застосування тестування при організації практикуму з фізики в умовах освітніх євроінтеграційних процесів. *Матеріали міжнародного форуму фахівців у галузі освітніх вимірювань*, 1 черв. 2012 р. Київ: НПУ, 2012. С. 113–114.

70. Трифоновна О.М. Використання ІКТ для підвищення ефективності дистанційного навчання. *Новітні комп'ютерні технології*: матер. X Міжнар. наук.-техн. конф., 11–14 вер. 2012 р. Севастополь–Київ: Мінрегіон України, 2012. С. 198–201.

71. Садовий М.І., **Трифоновна О.М.** Організація професійної підготовки фахівців в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища. *Актуальні проблеми сучасної соціології, соціальної роботи та професійної підготовки фахівців*: матер. доп. та повід. Міжнар. наук.-практ. конф., 16 вер. 2016 р. Ужгород: Поліграф. Ужгор.нац.ун., 2016. С. 176–178.

72. Хомутенко М.В., Садовой Н.И., **Трифоновна Е.М.** Методика преподавания современных вопросов физики в облачно ориентированной

учебной среде. *Профессиональная направленность курсов физических дисциплин при подготовке будущих специалистов в университете*: сб. матер. Межвуз. науч.-практ. конф., 13–14 окт. 2016 г. Брест: БрГУ, 2016. С. 71–75.

73. Трифонова О.М. Методика формування уявлень студентів про композиційні матеріали. *Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технологічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі*: матер. доп. III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., 17–22 жов. 2016 р. Кропивницький (Кіровоград): РВВ КДПУ, 2016. С. 99–102.

74. Єскименкова О.В., **Трифорова О.М.** Формування комп'ютерно-орієнтованого середовища під час моделювання фізичного експерименту за допомогою пакету BLENDER. *Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: доступність, діалог, динаміка*: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., 20–24 лют. 2017 р. Полтава: АКУП ПДАА, 2017. С. 28–32.

75. Трифонова О.М. Хмаро орієнтоване навчальне середовище у системі STEM-освіти. *Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін*: матер. I Міжнар. наук.-практ. конф., 16–17 трав. 2018 р. Кропивницький: ЛА НАУ, 2018. С. 132–135.

76. Трифонова О.М. Окремі проблеми підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. VI Міжнар. наук.-практ. онлайн-інтер. конф., 19-20 квіт. 2018 р. Кропивницький: РВВ ЦДПУ, 2018. С. 107–109.

77. Садовий М.І. Суховірська Л.П., **Трифорова О.М.** Застосування засад «відкритої науки» та сталого розвитку в освітньому процесі фізико-технічних дисциплін. *Social and Economic Aspects of Education in Modern Society: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, July 19, 2018. Warsaw (Poland): Dolna, 2018. Vol. 2. С. 58–62.*

78. Трифонова О.М. Інтеграційні процеси освіти, науки, техніки та технологій у підготовці фахівців комп'ютерної галузі. *Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 13-15 вер. 2018 р. Херсон: Вид-во ХДУ, 2018. С. 126–127.

79. Трифонова О.М. Принципи моделювання техніко-технологічної та фізичної освіти. *STEM-освіта – проблеми та перспективи*: матер. III Міжнар. наук.-практ. семінару, 24–25 жовт. 2018 р. Кропивницький: ЛА НАУ, 2018. С. 81–83.

80. Трифонова О.М. Моделювання технологічного освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності. *Моделювання в освітньому процесі*: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., 25–28 лют. 2019 р. Луцьк: Вежа-Друк, 2019. С. 121–123.

81. Трифонова О.М. Основні компоненти інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій в умовах цифровізації суспільства. *Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку*: матер. методолог. семінару НАПН України. 4 квіт. 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка; укл. А.В. Яцишин, О.М. Соколюк. Київ: НАПН України, 2019. С. 251–262.

82. Трифонова О.М. Результати оцінювання рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. VIII Міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф., 05–23 квіт. 2019 р. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 102–104.

83. Трифонова О.М. Застосування інформаційно-цифрових ресурсів у навчанні фізики та технічних дисциплін. *Проблеми математичної освіти (ПМО–2019)*: матер. VIII Міжнар. наук.-метод. конф., 11–12 квіт. 2019 р. Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є.І., 2019. С. 188–190.

84. Трифонова О.М. Цифровізація майбутніх фахівців комп'ютерних технологій та природничих наук – перспективи розвитку. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. 20–21 трав. 2019 р. Тернопіль: ТНПУ, 2019. С. 231–234.

85. Трифонова О.М. Проблеми оцінювання інформаційно-цифрової компетентності у майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Реалії та перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти*: матер. наук.-практ. конф., 12–13 верес. 2019 р. Херсон: Вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2019. С. 110–113.

86. Трифонова О.М. Розвиток інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізико-технічних основ автоматизованих систем. *Information and Innovation Technologies in the XXI Century: II International Scientific Conference, 22–23 September 2019, Katowice (Poland)*: Katowice School of Technology, 2019. P. 22.

87. Трифонова О.М. Проблеми розвитку інформаційно-цифрової компетентності магістрів комп'ютерних технологій. *Актуальні проблеми природничої освіти: стратегії, технології та інновації*: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., 14–24 жовт. 2019 р., Кропивницький. Харків: Мачулін, 2019. С. 44–45.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Стаття у науковому періодичному виданні:

88. Садовий М.І., **Трифонова О.М.**, Хомутенко М.В. Побудова курсу в Moodle та використання Ejsapp для навчання фізики. *Новітні комп'ютерні технології*. Кривий Ріг, 2015. Т. XIII: спецвипуск «Хмарні технології в освіті». С. 356–360.

Авторські свідоцтва:

89. А. с. Комп'ютерна програма «Карта ізотопів» / М.В. Хомутенко, М.І. Садовий, **О.М. Трифонова** (Україна). № 58666 ; заявка 03.12.2014 № 58846; зареєстровано 16.02.2015 ; опублік. 30.04.2015, Бюл. № 36.

90. А. с. Комп'ютерна програма «Теорія Великого вибуху» / М.В. Хомутенко, М.І. Садовий, **О.М. Трифонова** (Україна). № 67189 ; заявка 10.06.2016 № 67833 ; зареєстроване 11.08.2016 ; опублік. 28.10.2016, Бюл. № 42.

АНОТАЦІЯ

Трифорова О. М. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук зі спеціальностей 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика), 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. – Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка Міністерства освіти і науки України, Кропивницький, 2020.

У дисертації обґрунтовано створення методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін. Дана система відповідає сучасним тенденціям розвитку освіти та вимогам цифровізації в Україні. Розроблено модель розвитку інформаційно-цифрової компетентності у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців цифрових технологій, що спирається на принципи фундаменталізації та генералізації змісту навчання фізики і технічних дисциплін, інтегративності фізичної та технічної інформації, що в цілому забезпечує її функціонування в умовах цифровізації. Обґрунтовано доцільність застосування інтегративного та триєдиного підходу «освіта – наука – технології» для забезпечення розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій та визначено ступінь розробленості структурно-параметричних невизначеностей цифровізації в освітньому процесі. Розроблено концепцію розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій, яка базується на використанні еволюційних принципів, парадигм і генетичних алгоритмів. Розроблено методичну систему розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін, компоненти якої ґрунтуються на засадах інтегративного та триєдиного підходів «освіта – наука – технології».

Розроблено та впроваджено в процес професійної підготовки майбутніх фахівців цифрових технологій навчально-методичні комплекси авторських дисциплін створених на основі цифровізації. Такими дисциплінами є «Концепції сучасної наукової картини світу», «Фізика (за професійним спрямуванням)», «Основи автоматизації та робототехніки», «Мехатроніка» (для бакалаврського рівня вищої освіти); «Теорія самоорганізації в педагогічній освіті» (для магістерського рівня вищої освіти).

Впроваджено та експериментально перевірено педагогічну ефективність методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін.

Ключові слова: інформаційно-цифрова компетентність, методика навчання фізики і технічних дисциплін, методична система, майбутні фахівці цифрових технологій, заклади вищої освіти, освітній процес, педагогічні підходи, цифровізація.

АННОТАЦИЯ

Трифорова Е. М. Методическая система развития информационно-цифровой компетентности будущих специалистов компьютерных технологий при обучении физике и техническим дисциплинам. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук по специальностям 13.00.02 – теория и методика обучения (физика), 13.00.04 – теория и методика профессионального обучения. – Центральноукраинский государственный педагогический университет имени Владимира Винниченко Министерства образования и науки Украины, Кропивницкий, 2020.

В диссертации обосновано создание методической системы развития информационно-цифровой компетентности будущих специалистов цифровых технологий в обучении физике и технических дисциплин. Данная система отвечает современным тенденциям развития образования и требованиям цифровизации в Украине. Разработанная модель развития информационно-цифровой компетентности в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов цифровых технологий, опирается на принципы фундаментализации и генерализации содержания обучения по физике и техническим дисциплинам, интегративности физической и технической информации, в целом обеспечивает ее функционирование в условиях цифровизации. Обоснована целесообразность применения интегративного и триединого подхода «образование – наука – технологии» для обеспечения развития информационно-цифровой компетентности будущих специалистов цифровых технологий и определена степень разработанности структурно-параметрических неопределенностей цифровизации в образовательном процессе. Разработана концепция развития информационно-цифровой компетентности будущих специалистов цифровых технологий, основанная на использовании эволюционных принципов, парадигм и генетических алгоритмов. Разработана методическая система развития информационно-цифровой компетентности будущих специалистов цифровых технологий в обучении физике и техническим дисциплинам, компоненты которой основываются на принципах интегративного и триединого подходов «образование – наука – технологии».

Разработаны и внедрены в процесс профессиональной подготовки будущих специалистов цифровых технологий учебно-методические комплексы авторских дисциплин созданных на основе цифровизации. Такими дисциплинами являются «Концепции современной научной картины мира», «Физика (по профессиональному направлению)», «Основы автоматизации и робототехники», «Мехатроника» (для бакалаврского уровня высшего образования); «Теория самоорганизации в педагогическом образовании» (для магистерского уровня высшего образования).

Внедрена и экспериментально проверена педагогическая эффективность методической системы развития информационно-цифровой компетентности

будущих специалистов цифровых технологий в обучении физике и техническим дисциплинам.

Ключевые слова: информационно-цифровая компетентность, методика обучения физике и техническим дисциплинам, методическая система, будущие специалисты цифровых технологий, высшие учебные заведения, образовательный процесс, педагогические подходы, цифровизация.

ABSTARCT

Tryfonova O. M. – Methodical system of developing information digital competence of prospective computer technologies professionals in teaching physics and technical disciplines. – Manuscript.

Thesis for the Doctoral Degree in Pedagogical Sciences in specialty 13.00.02 – Theory and Methods of Teaching (Physics), 13.00.04 – Theory and Methods of Professional Education. – Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University of the Ministry of Education and Science of Ukraine. – Kropyvnytskyi, 2020.

Currently we observe rapid digitalization of every sphere of social life. This needs reconsidering the demands of the state standard for majority of specialties and professions. This problem concerns engineers-educators university training.

This problem is most urgent for upgrading the training process of professionals in specialty 015 «Professional education (Digital technologies)». The abovementioned sphere is developing most rapidly in conditions of present scientific and technological advance. The dissertation grounds establishing of methodical system of developing information-digital competence of prospective digital technologies professionals in teaching physics and technical disciplines. The system meets present tendencies of education development and digitalization demands in Ukraine.

The model of information-digital competence within the process of prospective digital technologies professionals training has been designed, basing on the principles of content fundamentalization and generalisation in teaching physics and technical disciplines, integrative nature of physics and technical information, which at large provides its functioning in conditions of digitalization.

The expedience of applying integrative and triune approach «education – science – technologies» has been validated, which provides stable development of information-digital competence of prospective digital technologies professionals; the extent of readiness of structural-parametric ambiguity in training process has been estimated.

The concept of developing information-digital competence of prospective digital technologies professionals, based on using evolutionary principles, paradigms and genetic algorithms has been worked out.

Methodical system of developing information-digital competence of prospective digital technologies professionals in teaching physics and technical disciplines, with its components based on fundamentals of integrative and triune approach «education – science – technologies» has been devised.

The system model of developing information-digital competence of prospective digital technologies professionals in teaching physics and technical disciplines has been suggested. The model includes targeted, theoretical-methodological, strategic-normative, organizational-intensional and resultant components on bachelor's degree level of higher education.

The system model of developing information-digital competence of prospective digital technologies professionals in teaching physics and technical disciplines on the second (master's) level of higher education includes targeted, scientific-methodological, strategic-normative, monitoring and resultant blocks.

The designed methodical system includes targeted, intensional, procedural, resultant-diagnostic components, as well as conceptual fundamentals, pedagogical conditions and social demands.

Analysis of methodical system of developing information-digital competence of prospective digital technologies professionals in teaching physics and technical disciplines has resumed the expedience of introducing integrative courses of physics and technical disciplines, robotics, mechatronics into curricula. This will provide high-quality theoretical level and practical molding of students' information-digital competence.

Training-methodological complexes of author's disciplines, based on digitalization, were designed and employed into the process of prospective digital technologies professionals training. These disciplines include «Conceptions of up-to-date scientific worldview», «Physics (according to professional orientation)», «Fundamentals of automation and robotics», «Mechatronics» (for bachelor's degree level of higher education); «Theory of self-organization in pedagogical education» (for master's degree level of higher education).

Pedagogical efficiency of methodical system of developing information-digital competence of prospective digital technologies professionals in teaching physics and technical disciplines has been introduced and experimentally verified.

Key words: information-digital competence, methodical of teaching physics and technical disciplines, methodical system, prospective digital technologies professionals, institutions of higher education, training process, pedagogical approaches, digitalization.

**СВІДОЦТВО ПРО ВНЕСЕННЯ СУБ'ЄКТА ВИДАВНИЧОЇ СПРАВИ ДО ДЕРЖАВНОГО
РЕЄСТРУ ВИДАВЦІВ, ВИГОТІВНИКІВ І РОЗПОВСЮДЖУВАЧІВ ВИДАВНИЧОЇ ПРОДУКЦІЇ**
Серія ДК № 1537 від 22.10.2003 р.

Підп. до друку 03.06.2020 р. Формат 60×90/16. Папір офсет.
Друк різнограф. Ум. др. арк. 1,9. Тираж 100. Зам. № 9278.

РЕДАКЦІЙНО–ВИДАВНИЧИЙ ВІДДІЛ

*Центральноукраїнського державного педагогічного
університету імені Володимира Винниченка
25006, Кропивницький, вул. Шевченка, 1.*

Тел.: (0522) 24–59–84.

Fax.: (0522) 24–85–44.

E–Mail: mails@kspu.kr.ua

