

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Трифоновна Олена Михайлівна

УДК: 378.147.091.33-027.22:004(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ
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

13 – педагогічні науки

Подається на здобуття наукового
ступеня доктора педагогічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ О. М. Трифоновна

Науковий консультант: Садовий Микола Ілліч
доктор педагогічних наук, професор

АНОТАЦІЯ

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

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук зі спеціальностей 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)» (011 – Науки про освіту) та 13.00.04 – «Теорія і методика професійної освіти» (015 – Професійна освіта (Цифрові технології)). – Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка МОН України, Кропивницький, 2020.

У дисертації обґрунтовано створення методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності (ІЦК) майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін (ФТД), яка відповідає новітнім тенденціям розвитку освіти. Розвиток науково-технічного прогресу (НТП) початку ХХІ ст. ставить нові вимоги до надання освітніх послуг, адже освіта повинна мати випереджувальний характер і відповідати тенденціям сталого розвитку України. Рушієм цього розвитку є її цифровізація. Проведений аналіз нормативних документів, психолого-педагогічної та спеціальної літератури показав, що в суспільстві є розуміння необхідності розвитку в майбутніх фахівців компетентностей, які відповідали б запитам техногенно-інформаційного суспільства, при цьому єдиного трактування їх структури, змісту та концептуальних засад поки що немає. За цих умов ІЦК отримала статус ключової.

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.

Фундаментальною основою НТП ХХІ ст. є ФТД, методиці навчання яких, на нашу думку, слід приділити особливу увагу у вищій школі.

У вступі визначено наукову проблему та стан її дослідження, обґрунтовано її актуальність; встановлено зв'язок роботи з науковими програмами, темами; окреслено об'єкт, предмет, мету, завдання, загальну концепцію дослідження; представлено наукову новизну та практичне значення, особистий внесок здобувача в роботах, виконаних у співавторстві, методи дослідження, відомості про впровадження й апробацію результатів дослідження, висвітлення його результатів у публікаціях; визначено структуру і обсяг дисертації.

У першому розділі – «Методологія еволюції системи суперечностей між об'єктом і суб'єктом, наукою і технікою, природою і пізнанням у ХVІІ – ХХ ст.» – досліджено процес пізнання людством природних явищ і процесів як нескінченний процес спіралеподібного розв'язання суперечностей, що постійно виникають між об'єктом і суб'єктом, природою і пізнанням. З'ясовано, що у розвитку пізнання природи проявляється найбільш загальна методологічна суперечність між нескінченністю і необмеженістю предмета 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'єкта і суб'єкта здійснюється за алгоритмом: в ході накопичення фактів виокремлювалися такі, які є флуктуаціями у визнаній раніше теорії і вносять до неї певні збурення, бо ця теорія їх уже не може пояснити. Потім у науці розширюється збурення, яке може привести до пункту біфуркації, а згодом до створення науки на новій теоретичній основі. У цьому випадку незмінними залишаються лише факти.

Досліджено, що розвиток мехатроніки у ХХІ ст. є проявом прикладної функції науки, що стала порівняльною з пізнавальною на відміну від ХVІІІ ст.,

коли прикладними були практично спрямовані факти.

Установлено, що закономірними у розвитку техніки й науки є зміни робочого тіла робочих машин. Запропоновано ввести до змісту посібників з ФТД поняття робочого тіла та інтегративного робочого тіла, й сформувати методику навчання поняття «робоче тіло для робочих машин». Сформовані умови розвитку ІЦК у ході навчання ФТД у закладах вищої освіти.

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 низки тенденцій: освіта все більше набуває масового статусу; змінюються підходи до інформаційного компонента освіти; стрімко оновлюються технології; упроваджується цифровізація; здійснюється комерціалізація освіти. Подолання цієї кризи вбачається у впровадженні діяльнісного, особистісно зорієнтованого та компетентнісного підходів. Але при цьому бракує методологічного підґрунтя розвитку ІЦК студентів в умовах цифровізації сучасного освітнього простору. Обґрунтовано, що зазначені вище підходи спільно із системним і ресурсним підходами в єдиній структурі інтегративного підходу сприяють цьому процесу.

Запропоновано для навчання ФТД використовувати метод створення структурно-логічних схем навчального матеріалу. Кінцевим результатом діяльності має бути система знань, умінь і навичок (ЗУН) не сама по собі, а

особистість повинна набути системи ключових ІЦК в інтелектуальній, цивільно-правовій, комунікаційній, інформаційній та інших сферах.

У ході дослідження розроблена компетентнісно орієнтована структурно-логічна схема освітньої програми спеціальності.

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 і 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.

Визначено методи поліструктурного формування змісту навчання сучасної наукової картини світу (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.

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.

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, що ураховує вимоги НТП, тенденції цифровізації тощо.

Концепція розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД є основою для узагальненої моделі формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД.

Запропонована модель системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД, яка включає цільовий, теоретико-методологічний, стратегічно-нормативний, організаційно-змістовий, діагностичний та результативний компоненти на бакалаврському рівні вищої освіти. Модель системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД на другому (магістерському) рівні вищої освіти включає цільовий, науково-методологічний, стратегічно-нормативний, змістово-науковий, моніторинговий та результативний блоки.

Обґрунтовано й сформовано визначальні компоненти методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. Розроблена методична система включає цільовий, змістовий, процесуальний, результативно-діагностичний компоненти, а також концептуальні основи, педагогічні умови та соціальне замовлення.

З метою методичного забезпечення освітнього процесу з ФТД сформовано й упроваджено в освітній процес ЗВО комплекс навчальних дисциплін. Розроблено систему сучасного навчального експерименту для навчання ФТД з метою розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ на базі мікроелектроніки, ІКТ, ІЦТ. Обґрунтовано доцільність уведення до навчальних планів підготовки фахівців у вищій школі інтегративних курсів ФТД, що забезпечить якісний теоретичний рівень розвитку ІЦК.

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 ЦТ у навчанні ФТД, проведено педагогічний експеримент та експертну оцінку.

Педагогічний експеримент проводився у 9-и ЗВО. Проведений педагогічний експеримент та експертна оцінка підтвердили ефективність застосування розробленої методичної системи розвитку ІЦК (за процесуально-мотиваційним, когнітивно-діяльним, емоційно-оціночним, інноваційно-рефлексивним компонентом) у майбутніх фахівців ЦТ.

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

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.

ABSTARCT

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

Dissertation for the Doctoral Degree in Pedagogical Sciences in specialty 13.00.02 – «Theory and Methods of Teaching (Physics)» (011 – Education Sciences) and 13.00.04 – «Theory and Methods of Professional Education» (015 Professional education (Digital Technologies)). – Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University of the Ministry of Education and Science of Ukraine. – Kropyvnytskyi, 2020.

The dissertation grounds the creation of methodical system for the development of information-digital competence (IDC) of prospective digital technology specialists in teaching physics and technical disciplines (FTD), which corresponds to the latest trends in education.

Development of scientific and technological progress (STP) at the beginning of the XXI century sets new requirements for providing educational services, as education must be proactive and meet the tendencies of Ukraine stable development.

The driver of this development is its digitization. The analysis of normative documents, psychological-pedagogical and specialized literature proved that the society understands the need to develop prospective specialists' competences that would meet the demands of the technogenic-information society, while united interpretation of their structure, content and conceptual foundations has not been worked out yet. Under these conditions, the IDC received the key status.

Rapid digitization of all spheres of social life requires reconsideration of the requirements for state standards of the vast majority of specialties and professions, including engineers-educators.

The problem of improving the process of training specialists in the specialty 015 «Professional Education (Computer Technologies)», which in 2019 was transformed into 015 «Professional Education (Digital Technologies)» (order of the Ministry of Education and Science of 23.09.2019 № 1223), is particularly

acute, because the sphere of training prospective computer technologies specialists, and since 2019 digital technologies (DT) is developing at the fastest pace in terms of digitization of Ukrainian society.

The fundamental basis of STP in XXI century is FTD; in our opinion, the methods of teaching FTD should be given specifically regarded in higher education.

The *introduction* identifies the scientific problem and the state of its investigation, grounds its relevance; establishes the connection of work with scientific programs, themes; outlines the object, subject, objective, tasks, general conception of the research; presents scientific novelty and practical significance, personal contribution of the applicant in the works fulfilled in co-authorship, research methods, information on the implementation and testing of research results, coverage of its results in publications; determines the structure and volume of the dissertation.

The *first section* – «Methodology of evolution of the system of contradictions between object and subject, science and technology, nature and cognition in the XVII – XX centuries» – surveys the process of human cognition of natural phenomena and processes as an infinite process of spiral resolution of contradictions that constantly arise between object and subject, nature and cognition.

It was estimated that the development of natural science cognition evidences the most general methodological contradiction between the infinity and unlimitedness of the subject of knowledge, nature integral manifestation and the finiteness of its part, cognized by human, as a driving force of development; its psychological and pedagogical foundations were revealed.

It is established that logic of the object and the subject development is carried out by the algorithm: as the facts accumulate, those were distinguished which are fluctuations for the previously recognized theory and introduce certain perturbations, because this theory can no longer explain them. Then the perturbation in science expands, which can lead to a bifurcation point, and later to the creation of science on a new theoretical basis. In this case, only the facts remain invariable.

It was investigated that the development of mechatronics in the XXI century is a manifestation of science applied function, which has become comparable to the

cognitive in contrast to the XVIII century, when practically directed facts were recognized as applied.

It was established that the change of the working body of working machines is natural in the development of technology and science. It is suggested to introduce the concept of working body and integrative working body into the content of manuals on FTD, and to design methodology of teaching the concept of «working body for working machines». Conditions for the development of IDC during the training of FTC in higher education institutions (HEI) have been shaped.

The expediency of shaping the content of FTD training on the basis of the evolution of end-to-end, fundamental, integrative connection, which is provided by the defining energy element, is substantiated.

The *second section* – «Theory and methodology of development of information-digital competence of prospective specialists in digital technologies» – defines the conditions for the implementation of the of stable development requirements in the process of prospective specialists in teaching FTD training future in HEI.

It was estimated that the methodological basis for the development of IDC is the system approach, the principles of didactics and modern information technologies. On this basis, the process of modernization of professional training of prospective engineers-teachers of specialty 015 «Professional Education (Digital Technologies)» is investigated.

It is revealed that the crisis of the modern pedagogical system of education unfolds at the background of a number of tendencies: education is gaining more and more mass status; approaches to the information component of education are changing; technologies are rapidly updated; information digitization is being introduced; the commercialization of education is carried out.

Overcoming this crisis is probable in the implementation of activity, personality-oriented, competence-based approaches. However in the meanwhile there is lack of methodological basis for the development of students' IDC in the context of digitization of modern educational space. It is substantiated that the abovementioned approaches, united with system and resource approaches into a single structure of the integrative approach contribute to this process.

It is suggested to use the method of creating structural-logical schemes of educational material for teaching FTD. The final result of the activity should be a system of knowledge, skills and abilities (KSA) not by itself, but the individual should acquire a system of key IDC in intellectual, civil, communicative, information and other areas.

In the course of the research a competence-oriented structural-logical scheme of the educational program of the specialty was developed.

In the *third section* – «Theoretical-methodological foundations and tools of implementing the triune approach «education – science – technology» in the training of prospective specialists in digital technologies» – reveals the current state of innovation, outlines the model of engineering-pedagogical training of a DT specialist and development of IDC as such, which determines the prospects for the formation of engineering-pedagogical education.

From this point of view, it is suggested to implement the superstructure of professional (engineering) components over the basic (pedagogical), which will contribute to the development of the IDC.

Based on the key idea of the research, the training of engineers-teachers in the specialty 015 «Professional Education (Digital Technologies)» is provided with a triune approach «education – science – technology» at the first (bachelor's) and second (master's) level of higher education, and involves implementation DT into educational process, contributing to the development of IDC. The implementation of the defined tasks is outlined in the suggested concept of IDC development of future DT specialists. Methods of polystructural syllabus formation in teaching the modern worldview (MWV) on the basis of the triune approach «education – science – technologies» are defined, and its structure, stages of further development are characterized.

It is grounded that the development of IDC of prospective DT specialists is facilitated by an integrative approach to the formation of the content of FTD, robotics and mechatronics, etc; functionality of robotic systems, principles of STEM technologies creation.

The *fourth section* – «Methodical system for the development of information-digital competence in teaching physics and technical disciplines in prospective computer technologies specialists training» – explored and revealed the content and structure of digital education, ICC and formed its components (integrative, general, professional) , information and digital resources.

The basic and variable components of the content of professional education are suggested, the educational program and the map of succession of development of prospective DC specialists IDC are formed. A model of technogenic-digital educational environment has been developed, which takes into account the requirements of STP, digitization tendencies, etc. The conception of IDC development of prospective DT specialists in FTD training is the basis for the generalized model of formation of the methodical system of IDC development of prospective DT specialists in FTD teaching. 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.

Components of methodical system of prospective DT specialists IDC development was formed and substantiated. The designed methodical system includes targeted, intensional, procedural, resultant-diagnostic components, as well as conceptual fundamentals, pedagogical conditions and social demands.

To provide methodology for educational process with FTD the complex of educational disciplines is formed and introduced into educational process of HEI.

The system of modern educational experiment for teaching FTD, aimed at prospective DT specialists IDC development on the basis of microelectronics, ICT, IDT is worked out. The expediency of introducing integrative courses of FTD into

the higher school curricula is substantiated, which will provide a high-quality theoretical level of IDC development.

The *fifth section* – «Experimental verification of the effectiveness of the methodical system for the development of prospective digital technology specialists information-digital competence in teaching physics and technical disciplines» – tested the effectiveness of theoretical-methodical and practical results of methodical system of prospective DT specialists training in teaching *FTD, conducted a pedagogical experiment and expert evaluation*. The pedagogical experiment was conducted in 9 HEI.

The conducted pedagogical experiment and expert evaluation confirmed the effectiveness of the developed methodological system of IDC development (in terms of procedural-motivational, cognitive-activity, emotional-evaluative, innovative-reflexive component) in prospective DT specialists.

Thus, for the first time this research: theoretically grounded and developed a model of IDC development in the process of professional training of prospective DT specialists, based on the principles of fundamentalization and generalization of the content of physics and technical disciplines, integrative physical and technical information; the expediency of application of the integrative and triune approach «education – science – technologies» for maintenance of development of IDC of prospective specialists of DT is verified and the degree of development of structural and parametric uncertainties of digitization in educational process is defined; the concept of development of IDC of prospective digital technology specialists which is based on use of evolutionary principles, paradigms and genetic algorithms is developed; worked out a methodical system for the development of IDC of future DT specialists in the training of FTD, the components of which are based on the principles of integrative and triune approaches «education – science – technology».

Key words: information-digital competence, methodical of teaching physics and technical disciplines, methodical system, prospective digital technology specialists, institutions of higher education, educational process, pedagogical approaches, digitization.

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 27.05.2019*).

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., **Трифорова 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., **Трифорова 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., **Трифорова 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. Сухомлинській. *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., **Трифопова 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., **Трифопова 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., **Трифопова 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., **Трифорова 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. Трифорова 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., **Трифорова 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. Трифорова 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. Трифорова 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., **Трифорова О.М.**, Вергун І.В. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2018. Вип. LXXXI, Том. I. С. 77–84.

31. Трифорова 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. Трифорова 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): S^TN, 2015. Т. 3. Jezug 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. Подопрігора 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., **Трифенова 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 29.08.2014).*

56. Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 10 клас / В.Я. Гайда, М.І. Садовий, **О.М. Трифенова**, С.З. Мурза. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. Абетка, 2019. 44 с. *(лист ІМЗО № 22.1/12-Г-607 від 09.07.2019).*

57. Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 11 клас / В.Я. Гайда, М.І. Садовий, **О.М. Трифенова**, В.В. Михайленко. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. Абетка, 2019. 56 с. *(лист ІМЗО № 22.1/12-Г-608 від 09.07.2019).*

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., Подопригора Н.В., **Трифенова О.М.** Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.

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

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

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

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

64. Величко С.П., Садовий М.І., **Трифонова 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., **Трифонова 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., **Трифонова 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., **Трифонова О.М.** Історія автомобіля: посібник. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. 88 с.

68. Трифонова 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. Трифонова 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. Трифонова 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., **Трифонова 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., **Трифонова Е.М.** Методика преподавания современных вопросов физики в облачно ориентированной учебной среде. *Профессиональная направленность курсов физических*

дисциплін при підготовці майбутніх фахівців в університеті: 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., **Трифопова О.М.**, Хомутенко М.В. Побудова курсу в Moodle та використання Ejsarr 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.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	29
ВСТУП.....	30
РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЯ ЕВОЛЮЦІЇ СИСТЕМИ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ МІЖ ОБ'ЄКТОМ І СУБ'ЄКТОМ, НАУКОЮ І ТЕХНІКОЮ, ПРИРОДОЮ І ПІЗНАННЯМ У XVII – XX СТ.....	54
1.1. Процес пізнання природи – як нескінченний процес розв'язання методологічних суперечностей	54
1.2. Співвідношення між цілісним процесом пізнання і практичним використанням пізнаного в інтересах розвитку суб'єктів навчання	72
1.3. Еволюція розв'язання електромеханічні суперечностей у навчанні фізики і технічних дисциплін	95
1.4. Еволюція суперечностей інтегрованого робочого тіла кінця XX – початку XXI ст.	108
1.5. Теоретичні основи методології розв'язання суперечностей у пізнанні засобами розвитку понять генералізації, моделювання, інтегративності, фундаменалізації професійної спрямованості навчання фізики і технічних дисциплін	118
Висновки до розділу 1	141
Список використаних джерел до розділу 1	144
РОЗДІЛ 2. ТЕОРІЯ І МЕТОДОЛОГІЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	154
2.1. Розвиток і еволюція якості професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» на засадах сталого розвитку.....	154
2.2. Становлення поняття «підхід» і визначення видів педагогічних підходів у навчанні	167
2.3. Структурні елементи поняття «компетентність» у фаховій підготовці майбутніх фахівців цифрових технологій	185

2.4. Методичні засади реалізації компетентнісного підходу в навчанні фізико-технічних дисциплін	211
Висновки до розділу 2	226
Список використаних джерел до розділу 2	230
РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТА ЗАСОБИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТРИЄДИНОГО ПІДХОДУ «ОСВІТА – НАУКА – ТЕХНОЛОГІЇ» У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	246
3.1. Розвиток дидактичної триєдиної системи підготовки фахівців професійної освіти	246
3.2. Самоорганізуюча парадигма розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій за інтегративності фізики і технічних дисциплін	260
3.3. Теоретичні основи моделювання наукової картини світу та цифрової інфраструктури в освітньому процесі.....	281
3.4. Інтегративні особливості фізики і технічних дисциплін, робототехніки та мехатроніки, як засіб розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій	299
Висновки до розділу 3	309
Список використаних джерел до розділу 3	311
РОЗДІЛ 4. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ І ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	324
4.1. Компоненти інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій в умовах цифровізації суспільства.....	324
4.2. Концепція методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін на засадах інтегративності теоретичного та емпіричного.....	344

4.3. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій на першому та другому рівнях вищої освіти	371
4.4. Інформаційні та хмарні технології в системі професійної підготовки майбутнього фахівця цифрових технологій	393
4.5. Структура і зміст базової і професійної підготовки майбутнього фахівця спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)»	409
Висновки до розділу 4	429
Список використаних джерел до розділу 4	432
РОЗДІЛ 5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ І ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН	459
5.1. Експериментальне підтвердження необхідності цифрової трансформації навчання фізики і технічних дисциплін у ЗВО як виклик часу	459
5.2. Результати педагогічного експерименту з упровадження методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики та технічних дисциплін	474
5.3. Результати експертної перевірки ефективності методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики та технічних дисциплін	486
Висновки до розділу 5	491
Список використаних джерел до розділу 5	492
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	496
ДОДАТКИ.....	503

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЦП – аналогово-цифрове перетворення
ЕГ – експериментальні групи
ЕОМ – електронно-обчислювальна машина
ЗВО – заклад вищої освіти
ЗЗСО – заклади загальної середньої освіти
ЗНО – зовнішнє незалежне оцінювання
ЗУН – знання, уміння, навички
ІК – інформаційно-комунікаційний
ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології
ІПО – інженерно-педагогічна освіта
ІТ – інформаційні технології
ІЦ – інформаційно-цифровий
ІЦК – інформаційно-цифрова компетентність
ІЦТ – інформаційно-цифрові технології
КГ – контрольні групи
ККД – коефіцієнт корисної дії
КС – картина світу
КСНКС – концепції сучасної наукової картини світу
НКС – наукова картина світу
НМК – навчально-методичний комплекс
НР – наукова революція
НТП – науково-технічний прогрес
НФЕ – навчальний фізичний експеримент
ПЗ – програмне забезпечення
ПК – персональний комп'ютер
ПМК – програмно-методичний комплекс
ППЗ – педагогічний програмний засіб
РТ – робоче тіло
СНКС – сучасна наукова картина світу
СТВ – спеціальна теорія відносності
ФТД – фізика і технічні дисципліни
ХООС – хмаро орієнтоване освітнє середовище
ХТ – хмарні технології
ЦТ – цифрові технології

ВСТУП

Актуальність роботи. Освітня ергатична система формування конкурентноздатних фахівців і процеси, що протікають в її об'єктах і зв'язках, викликають у суб'єктів навчання діалектичні, кінематичні, динамічні, модельні, нелінійні, інформаційні зміни, які є структурно й функціонально складними і багатомірними. Прагматична їхня спрямованість вимагає знання сутності елементів, взаємозв'язків між ними, закономірностей функціонування, правил структурування між внутрішніми компонентами й елементами зовнішнього освітнього середовища в умовах освітніх невизначеностей, усіляких обмежень, не виключаючи конфліктів, що є результатом постійного розвитку технологій, викликаних науковими революціями та прискореним науково-технічним прогресом (НТП), і як наслідок є передумовою закономірних змін усіх сфер суспільного життя, для якого характерними є громадянські цінності й культура.

У Законі України «Про вищу освіту» зазначено, що метою наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності є здобуття нових наукових знань шляхом проведення наукових досліджень і розробок та їхнього спрямування на створення і впровадження нових конкурентноспроможних технологій, видів техніки, матеріалів тощо для забезпечення інноваційного розвитку суспільства, підготовки фахівців інноваційного типу.

Законом України «Про освіту» визначено, що освіта має забезпечити різнобічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, які охоплюють розвиток її таланту, інтелектуальних, творчих і фізичних здібностей, формування необхідних для успішної самореалізації компетентностей, виховання відповідальних громадян, збагачення на цій основі інтелектуального, економічного, творчого, культурного потенціалу українського народу, підвищення освітнього рівня громадян задля забезпечення сталого розвитку України та її європейського вибору.

Аналіз реалізації окреслених законами України завдань забезпечується освітніми реформами, які за роки незалежності змінюються практично кожні

5 років, де задекларовано спрямування науки й освіти на створення інноваційного середовища, й суб'єкти навчання мають набувати ключових компетентностей, які мають забезпечити успішність життєдіяльності фахівців усіх сфер, чим безпосередньо вплинуть на соціально-економічний стан держави.

Розвиток 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. Рушійним чинником цього розвитку є її цифровізація, чим забезпечується надання освітніх послуг у сучасному суспільстві.

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 заходи розвитку цифрових інфраструктур, згідно з якими громадяни України без обмежень і труднощів технічного, організаційного та фінансового характеру (зокрема соціально незахищені верстви населення) можуть скористатися цифровими можливостями незалежно від свого місцезнаходження чи проживання та не перебували в сегменті «цифрового розриву». Виходячи з визначеної мети освітній процес має забезпечити впровадження цифрових технологій, що надасть суб'єктам навчання мотивований розвиток інформаційно-цифрової компетентності (ІЦК) і забезпечить спілкування й пізнання, самовдосконалення і зворотний зв'язок, допоможе автоматизувати освітню діяльність і підвищити ефективність управління освітнім процесом та освітою загалом.

Концепція містить 8 принципів і нові для освітнього простору поняття: державна політика «цифровізації», «цифровий стрибок», «цифрові тренди та виклики», гармонізація із Digital Agenda та Digital Single Market ЄС, «цифрова» інфраструктура, виклики та можливості, «цифровий розрив», програма «Індустрія 4.0», «цифровізація» освіти: «цифрові» компетенції та навички; моделі та підходи до «цифровізації» освіти; «цифрове» робоче

місце, сфера «Інтернету речей» (з англ. Internet of things), технологія «стрибокподібного» розвитку та ін.

Наказом Міністерства освіти і науки України (МОН України) № 38 від 15 січня 2019 р. створено робочу групу з розроблення опису цифрової компетентності педагогічного працівника. 29 серпня 2019 р. Верховна Рада призначила склад нового Кабінету Міністрів України та утворила Міністерство цифрової трансформації України.

Вцілому розвиток вищої освіти ґрунтується на Конституції України, законах України «Про вищу освіту» (2014), «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2016), Національній стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки, Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки, Концепції розвитку педагогічної освіти та інших нормативно-правових актах, а також міжнародних договорах, що укладені в установленому законом порядку. Підготовка фахівців із вищою освітою здійснюється за відповідними освітніми чи науковими програмами на різних рівнях вищої освіти, які регламентуються Національною рамкою кваліфікацій.

Дослідницький центр Європейської комісії визначив 22 складові у шести сферах ІЦК викладачів, що становить еталонну модель DigCompEdu.

Проведений аналіз нормативних документів, психолого-педагогічної та спеціальної літератури, освітньої практики показав, що в суспільстві постала необхідність формування та розвитку в майбутніх фахівців, практично всіх галузей, компетентностей, які відповідали б запитам техногенно-інформаційного суспільства. При цьому єдиного трактування їхньої структури, змісту та концептуальних засад ще не створено. За цих умов ІЦК отримала статус ключової.

Стрімка цифровізація всіх сфер життя суспільства вимагає перегляду вимог до державного стандарту переважної більшості спеціальностей і професій, зокрема інженерів-педагогів. Н. О. Брюханова, О. Е. Коваленко, О. О. Мельниченко відзначають особливу роль інженерно-педагогічної освіти (ІПО) в суспільно-економічній системі, яка полягає в тому, що вона

готує «кадри кадрів». Фахівці, яких готує система ІПО, покликані формувати майбутнього працівника, відтворювати основну продуктивну силу суспільства. Таким чином, від успішності їхньої професійної діяльності залежить майбутнє суспільного виробництва. У той же час, спеціалісти – працівники як наукова категорія є відправною віхою розвитку ІПО. Тому для ефективності розвитку ІПО важливо знати, що являє собою такий прошарок суспільства нині, і що з ним буде завтра, якого працівника треба буде формувати випускникам закладів вищої освіти (ЗВО) інженерно-педагогічного профілю в найближчі роки.

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.

Обґрунтуванню концептуальних засад розв'язання визначених у сфері підготовки майбутніх фахівців ЦТ проблем сприяли науково-теоретичні та навчально-методичні доробки науковців у цій галузі.

Основою для окреслення загальнотеоретичних аспектів дослідження компетентності та компетенцій стали праці низки науковців, серед яких Ю. К. Бабанський, Дж. Брунер, Л. С. Виготський, Г. Б. Голуб, С. У. Гончаренко, І. А. Зимня, А. І. Кузьмінський, Ч. Куписевич, О. М. Леонтєв, П. В. Лушин, В. В. Маткін, В. Оконь, Ж. Піаже, І. П. Підласий, Дж. Равен, В. В. Радул, С. Л. Рубінштейн, О. Я. Савченко, М. М. Фіцула, В. Д. Шарко, В. В. Ягулов та ін. У цих працях визначено фундаментальні закономірності функціонування системи освіти та

перспективи її розвитку, здійснено аналіз педагогічних підходів у навчанні, проте не повною мірою враховано процеси глобалізації європейського освітнього простору.

Дослідження зарубіжних учених 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), Р. Уайт (R. Uayt), Т. Хофман (T. Hoffmann), Е. Шорт (E. Short), С. Шоу (S. Shaw) та ін. свідчать, що володіння цифровою грамотністю або компетентністю передбачає самостійне, впевнене, критичне, безпечне використання доступних технологій техногенно-інформаційного суспільства для повсякденного спілкування, роботи, відпочинку тощо. У цьому напрямі освіта України знаходиться на початковому етапі.

Методологічні проблеми компетентнісного підходу в освітньому процесі закладів освіти досліджують 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. А. Зимня, І. В. Коробова, В. Г. Кремень, А. І. Кузьмінський, В. А. Кушнір, В. І. Луговий, О. І. Ляшенко, С. М. Ніколаєнко, М. І. Садовий, В. В. Сериков, В. К. Сидоренко, О. М. Спірін, О. І. Субето, Ю. Г. Татур, О. О. Хуторський, В. Д. Шадріков, С. І. Шандрук, Е. Г. Юдін та ін., але вони мало торкаються обґрунтування методології цифровізації освіти в Україні.

Проблемою фахової підготовки майбутніх інженерів-педагогів займаються В. В. Ткачук (професійна ІКТ-компетентність); Н. О. Афанасьєва, 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, Л. Ю. Усеїнова, А. В. Хатько, Ю. О. Шереметьєва, 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). Проте проблема цифровізації цими вченими не достатньо розглянута.

Питанню, що зв'язане з окресленням і тлумаченням понять інформаційної,

інформативної, інформаційно-комунікаційної, цифрової та ІЦК, присвячують дослідження й інші вчені: П. В. Беспалов, В. Ю. Биков, 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, В. Мидоро, Н. В. Морзе, Н. Х. Насирова, О. В. Овчарук, І. Л. Перестороніна, В. М. Ракута, С. О. Семеріков, І. Л. Скіпор, 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. Литвинова, 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). Високо оцінюючи їхні результати, варто зауважити, що реформування освіти в Україні набуло вищого рівня розвитку і потребує психолого-педагогічного обґрунтування поняття ІЦК як ключової.

Сутність ключових компетентностей визначена у Державному стандарті освіти, де не врахована цифровізація та ІЦК як ключова.

Моделі формування предметних компетентностей з фізики та методики навчання ФТД у ЗВО висвітлено у дослідженнях М. В. Анісімова, П. С. Атаманчука, Ю. П. Бендеса, Л. Ю. Благодаренко, І. Т. Богданова, С. П. Величка, В. П. Вовкотруба, В. Ф. Заболотного, О. І. Іваницького, А. В. Касперського, О. А. Коновала, А. М. Куха, М. Б. Літвінової, О. І. Ляшенка, А. К. Маркова, М. Т. Мартинюка, О. С. Мартинюка, Н. А. Мислицької, І. О. Мороза, В. І. Нечета, Ю. А. Пасічника, Н. В. Подопрігори, М. С. Розова, М. І. Садового, В. П. Сергієнка,

В. Д. Сиротюка, І. А. Сліпухіної, Б. А. Суся, О. М. Царенка, В. Д. Шарко, Г. О. Шишкіна, М. І. Шута та ін. Професійною підготовкою майбутніх фахівців ЦТ займаються Т. В. Бодненко, І. С. Войтович, В. П. Сергієнко та ін., але в їхніх працях майже відсутні моделі розвитку ІЦК та цифровізації освіти.

Акцентують увагу на інтегративних процесах у професійній освіті при навчанні ФТД і спеціальних дисциплін М. В. Анісімов, О. А. Біда, 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, М. І. Садовий, В. К. Сидоренко, А. М. Сільвейстр, 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 комп'ютерних моделей розглядають В. Ю. Биков, О. І. Іваницький, 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 (ХТ) та цифрові технології в процесі навчання ФТД – Б. Г. Кремінський, О. С. Мартинюк, О. В. Мерзлікін, М. І. Садовий, Д. В. Соменко, М. В. Хомутенко та ін. На формування і впровадження електронно-методичного комплексу в освітній процес ЗВО спрямують свої зусилля М. І. Жалдак, Ю. В. Єчкало та ін. На початковому етапі залишається проблема впровадження в освітній процес ЗВО автоматизованих систем, робототехніки, мехатроніки, STEM-технологій.

Аналіз досліджень науковців, документів МОН України останніх п'яти років показав, що реальний стан реалізації освітньої політики ЗВО Україні з упровадження цифровізації в освітній процес стикається з низкою 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.

Особливого значення ця проблема набуває в умовах євроінтеграційних процесів в Україні та мобільності кадрів, що стрімко зростає.

Розв'язання зазначених проблем зумовлює актуальність проблеми цифровізації та необхідність розробки відповідної методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД у закладах вищої освіти.

Таким чином, наука й освіта України початку ХХІ ст. покликані створити умови для розвитку цифровізації та розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ як ключової. Результати приведених досліджень свідчать, що цифровізації освітнього процесу властиві загострення *суперечностей*, з-поміж яких нами виділено кілька контекстних рівнів:

соціально-педагогічний рівень:

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

– між компетентнісною парадигмою розвитку освіти і новими потребами, зв'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 напрямів 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 і практичними вимогами цифровізації;

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

Практичне розв'язання визначених суперечностей, як джерела внутрішніх рушійних сил, належить забезпечити шляхом:

– створення методичної системи розвитку ІЦК майбутні фахівців ЦТ у ЗВО під час навчання ФТД в умовах цифровізації;

– упровадження інформаційно-цифрових технологій у науку й техніку;

– усвідомлення суб'єктами навчання наявної невідповідності між об'єктом і суб'єктом цифровізації, науковими досягненнями і технологією їхнього впровадження, природою і пізнанням;

– формування умінь студентів долати психологічні відчуття труднощів, що виникають у процесі пізнання цифровізації та готовності виконання заходів із практичного перетворення її у безпосередню виробничу силу;

– виявлення способів мотивації, що спонукає до пізнавальних дій суб'єктів навчання, які забезпечуються організаційно-педагогічними умовами їхнього інтелектуального розвитку;

– реалізація основних викликів часу: глобалізація – освіта без кордонів, жорстка конкуренція на ринку праці на затребувану часом практичну цифровізацію, що викликає підвищення якості освіти; інновації у науково-

технічній сфері, які зумовлені швидкою зміною змісту та методики навчання, уміння навчатися впродовж усього життя; прискорення частоти комунікацій у різних сферах життя суспільства, які суттєво змінюють освітнє й культурне середовище та інформаційний простір країни.

Отже, запровадження оцифрування суб'єктів освітнього процесу, науки та освіти є актуальним стратегічним державним завданням, яке має реалізовуватися в підготовці майбутніх фахівців ЦТ.

Необхідність розв'язання означених суперечностей і важливих державних завдань є актуальною проблемою, що й зумовило вибір теми дослідження: **«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. Напрямок дослідження визначено відповідно до тематичного плану 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), 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 дисертації 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).

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.

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.

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 предмета 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 методiku 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 і перевірити ефективність її застосування 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; методологічна основа наукового знання; педагогічна інтеграція 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), теорія різнобічно-розвиненої особистості В. О. Сухомлинського, STEM-освіти; електронізації освітнього процесу; розвитку інженерно-педагогічної освіти в Україні; «цифрового робочого місця»; Адлера, Ващенко, Дьюї, Коменського, Штайнера; 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.

Провідним стрижнем загальної цілісної концепції дослідження є траєкторія створення методичної системи реалізації цифровізації та розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД в умовах розвитку оцифрованого суспільства й інтеграції України у світовий освітній простір.

Провідною ідеєю дослідження є розроблення методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД в умовах цифровізації вищої освіти. Конкретизується провідна ідея у наступних положеннях:

1) оновлення змісту навчальних курсів ФТД та приведення їх у відповідність до сучасного рівня розвитку СНКС в умовах цифровізації шляхом розроблення концепції цифровізації підготовки майбутніх фахівців ЦТ, відповідного окреслення кваліфікаційних вимог до випускників

спеціальності 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)», навчально-методичних комплексів із ФТД, що мають забезпечити розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ;

2) розробка теоретико-методологічних основ і засобів модернізації триєдиного підходу «освіта – наука – технології», що забезпечує ступеневість інформаційно-цифрової та фізико-технічної підготовки майбутніх фахівців ЦТ;

3) формування методичної системи реалізації розвитку ІЦК під час навчання ФТД в умовах цифровізації, що відповідає запитам техногенно-інформаційного суспільства;

4) організація освітнього процесу з ФТД в умовах створеного інноваційного освітнього середовища, що забезпечує розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

Виходячи з провідної ідеї ми визначили структуру *загальної концепції*, яка складається з трьох концептів:

– *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; реалізація триєдиного підходу «освіта – наука – технології» у навчанні ФТД,

що сприяє суспільному розвитку майбутнього фахівця ЦТ;

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

Методи дослідження. Для досягнення мети, розв'язання поставлених завдань і реалізації загальної концепції використано наступні методи:

– *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 триединого 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 полягає в тому, що:

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 загалом 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 і 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 й визначати інформаційні потреби для ефективних результатів у 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; знанневим 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 дисертації полягає в тому, що 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 у педагогічній освіті (для другого (магістерського) рівня вищої освіти);

- навчальні та навчально-методичні посібники з ФТД («Математичні методи фізики», «Фізика твердого тіла», «Наукова картина світу XXI століття: інтегративність природничих і технічних наук» та рекомендації для практичних і лабораторних занять;

- комп'ютерні програми «Карта ізотопів» і «Теорія Великого вибуху», на які отримано авторські свідоцтва;

- уведення 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* «Наукова картина світу ХХІ століття: інтегративність природничих і технічних наук» досліджено особливості організації наукового пізнання, визначено природничо-наукові технології що впливають на розвиток сучасної наукової картини світу, її функції, структуру, етапи становлення та принципи побудови; *статтях*: «Про методологічні основи наукових досліджень»: наголошено на особливості методологічних основ наукових досліджень в епоху стрімкого розвитку ІКТ; «Форми і методи організації самостійної навчально-дослідницької діяльності студентів при вивченні історії фізики»: досліджено основні методи організації самостійної роботи студентів; «Проблема формування змісту фізичної освіти в сучасних умовах»: досліджено проблему відставання змісту навчального матеріалу від рівня реального розвитку науки в епоху інформатизації; «Перспективи застосування ІКТ при навчанні фізики для підвищення якості освіти» та «Застосування ІКТ для дослідження систем з найменшою енергією»: окреслено основні шляхи підвищення якості навчання ФТД в умовах застосування ІКТ; «Використання інформаційно-

комунікаційних технологій у процесі експериментального відображення універсальних сталих»: запропонована модель для дослідження універсальних сталих за допомогою КТ; «Синергетичні особливості організації самостійної роботи студентів за інформаційно-комунікаційних технологій навчання»: розроблено методику використання методів теорії самоорганізації під час навчання ФТД; «Становлення понять компетенція та компетентність»: дослідження становлення поняття «компетентність у педагогічних дослідженнях; «Формування предметної компетентності з фізики при вивченні співвідношення гравітаційної та інертної мас»: запропонована методика формування предметної компетентності з фізики з виділенням елементів інформації, що є основою для розвитку ІЦК; «Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі»: досліджено закономірності формування КС у ХООС та вплив цього процесу на розвиток ІЦК; «Методичні проблеми створення засобів діагностики знань студентів»: досліджені засоби діагностики з ФТД та шляхи їх застосування в умовах розвитку ІКТ; «Розвиток технологічної та природничої освіти в умовах сталого розвитку»: досліджено особливості розвитку фізико-технічної освіти; «Методика навчання фізико-технічних дисциплін на засадах білінгвального підходу»: визначено методику виокремлення інформаційних елементів у змісті ФТД в умовах двомовного освітнього середовища; «Формування експериментально-орієнтованого навчального середовища вивчення фізики»: дослідження впливу сучасного цифрового обладнання на розвиток освітнього середовища; «Комп'ютерне моделювання процесів в атомному ядрі»: досліджено теоретичні аспекти моделювання під час навчання ФТД; «Класно-урочная система обучения и альтернативное образование»: досліджено особливості розвитку класно-урочної системи в сучасних умовах розвитку суспільства; *посібниках*: «Методика і техніка експерименту з оптики»: розроблена методика використання цифрового обладнання; «Математичні методи фізики» та «Фізика твердого тіла»: досліджена роль

фізико-математичних елементів знань у розвитку ІЦК на заняттях з ФТД; Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 10 клас та Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 11 клас: запропоновано систему засобів діагностики та методичні рекомендації, що сприяють формуванню ІЦК під час експериментаторської діяльності; «Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків»: запропоновано систему задач і методичні рекомендації, що сприяють формуванню ІЦК під час розв'язування задач фізико-технічного змісту; «Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття» та «Місія І.Є. Тамма»: виокремлено елементи знань, що забезпечують розвиток ІЦК під час навчання історії становлення ФТД; «Вибрані питання загальної методики навчання фізики»: запропоновано теоретико-методичні засади навчання фізики як основи для формування ІЦК; «Сучасна фізична картина світу» та «Нетрадиційна енергетика та навколишнє середовище»: виокремлено елементи змісту, що забезпечують формування фізичної КС та сприяють розвитку ІЦК під час навчання ФТД; «Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики»: запропонована система завдань, що сприяє формуванню у суб'єктів навчання СНКС і розвитку в них ІЦК; «Теорія самоорганізації та синергетики у навчанні студентів педагогічних ВНЗ»: виокремлено зміст матеріалу, що забезпечує розвиток ІЦК у майбутніх фахівців КТ під час навчання ФТД; «Історія автомобіля»: виділено матеріал для розвитку ІЦК під час навчання технічних дисциплін; «Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів»: запропонована методика розвитку ІЦК під час виконання лабораторних робіт з ФТД з використанням елементів автоматизованих систем; *тезах*: «Організація професійної підготовки фахівців в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища»: дослідження особливостей організації фахової підготовки в сучасному суспільстві; «Методика преподавания современных вопросов физики в облачно ориентированной учебной среде»: досліджено особливості розвитку добору навчального матеріалу з фізики для презентації його у ХООС; «Формування комп'ютерно-орієнтованого середовища під час

моделювання фізичного експерименту за допомогою пакету BLENDER»: запропоновано структурні компоненти комп'ютерно-орієнтованого середовища з ФТД; «Застосування засад «відкритої науки» та сталого розвитку в освітньому процесі фізико-технічних дисциплін»: визначено світові тенденції методики навчання ФТД на засадах сталого розвитку; «Побудова курсу в Moodle та використання Ejsapp для навчання фізики»: визначено структуру і зміст навчального матеріалу з фізики з метою моделювання його засобами Moodle та Ejsapp; *авторських свідоцтвах*: Комп'ютерна програма «Карта ізотопів» і Комп'ютерна програма «Теорія Великого вибуху»: розроблена методика їх використання в освітньому процесі з ФТД як засобу розвитку ІЦК.

Результати спільних робіт були використані співавторами під час захисту дисертацій: І. С. Войтович «Теоретико-методичні засади професійно орієнтованого навчання технічних дисциплін майбутніх учителів інформатики» (2013), Н. В. Подопригора «Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах» (2016), І. А. Сліпухіна «Теоретико-методичні засади формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту» (2015), В. В. Слюсаренко «Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики» (2016), М. В. Хомутенко «Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі» (2018).

Апробація результатів дисертації. Основні положення й результати дисертації висвітлено й 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);

міжуніверситетська (закордонна): «Професійна направленість курсов фізических дисциплін при підготовці майбутніх фахівців 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) захищена у 2009 році у

Центральноукраїнському (Кіровоградському) державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка МОН України. Матеріали кандидатської дисертації в тексті докторської не використовувалися.

Публікації. Результати 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 здобувачці.

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 джерел; другий – 161; третій – 130; четвертий – 241; п'ятий – 36), 8 додатків; містить 130 рисунків і 20 таблиць. Повний обсяг дисертації 595 сторінок, основний текст становить 405 сторінок (16,8 авт. арк.).

РОЗДІЛ 1

МЕТОДОЛОГІЯ ЕВОЛЮЦІЇ СИСТЕМИ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ МІЖ ОБ'ЄКТОМ І СУБ'ЄКТОМ, НАУКОЮ І ТЕХНІКОЮ, ПРИРОДОЮ І ПІЗНАННЯМ У XVII – XX СТ.

1.1. Процес пізнання природи – як нескінченний процес розв'язання методологічних суперечностей

Закон України «Про вищу освіту» ст. 26 [72] перед ЗВО ставить завдання в частині проведення наукових досліджень і забезпечення творчої діяльності учасників освітнього процесу, підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації, виявлення й подолання суперечностей в освіті та використання отриманих результатів в освітньому процесі. Концепція сталого розвитку [76], Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 рр. [42], Концепція розвитку педагогічної освіти [41], Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 рр. [75], Національна доктрина розвитку освіти [74] передбачають створення сучасного освітнього середовища, в якому визначені напрями подолання системи суперечностей між нескінченністю розвитку предмета пізнання природних явищ і процесів і обмеженістю можливості ІЦК суб'єкта її пізнання.

Дослідження суперечності між об'єктом (природознавством) і суб'єктом пізнання, природою і пізнанням завжди було предметом дискусій учених.

Усім природнім і суспільствознавчим явищам властиві системні діалектичні й методологічні суперечності, які є джерелом розвитку і поступальною внутрішньою рушійною силою. Освітній процес не є винятком. Він багатогранний, багатоаспектний з властивими йому суперечностями. Пізнання внутрішніх рушійних сил як розв'язання освітніх, виховних, розвивальних суперечностей є особливо актуальним у XXI ст. Подолання внутрішніх і зовнішніх, суб'єктивних і об'єктивних суперечностей між пізнавальними процесами і наявним рівнем компетентності, в тому числі й майбутніх фахівців професійної освіти з ЦТ, здійснюється шляхом збудження

внутрішніх психічних сил суб'єктів навчання, є рушійною силою освітнього процесу (рис. 1.1). Розв'язання освітніх суперечностей забезпечується когнітивно-освітніми, виховними та розвивальними засобами рушійних сил освітнього процесу.

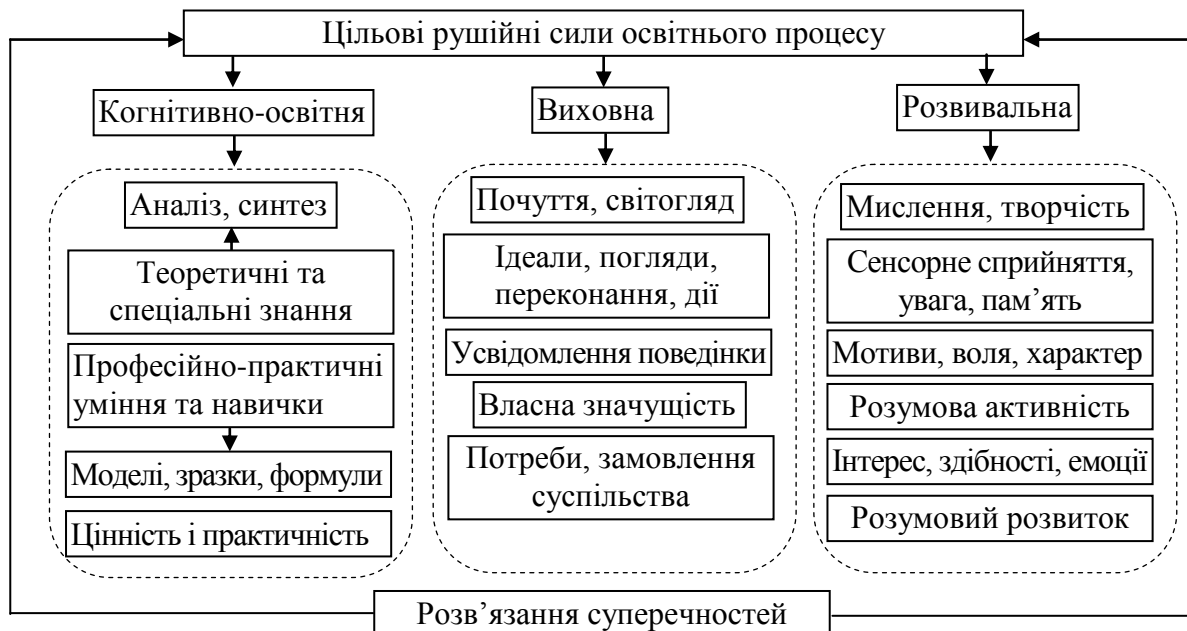


Рис. 1.1. Цільові рушійні сили освітнього процесу

Рушійна сила, як психологічне відчуття освітніх труднощів, спонукає до активізації розумової діяльності, оволодіння ключовими та предметною компетентністю, формування педагогічних умов із розвитку інтелекту особистості, мотивів навчання та ін. У цьому зв'язку ми виокремили загальнонаукові принцип детермінізму, причинності, системності, історизму.

Когнітивно-освітня складова рушійної сили розвитку забезпечує формування умінь пояснення, конкретизування, аналізування, синтезування, структурування, систематизування, варіювання, доведення, порівняння, абстрагування, узагальнення, класифікування, формулювання висновків та ін.

Виховна складова включає засоби розв'язання суперечностей: відносини у системі освіти; соціальний досвід; закономірності життєвих орієнтацій і норм життєдіяльності суб'єктів навчання та ін.

До розвивальних засобів рушійних сил ми відносимо: закономірності становлення психічної, моральної, соціальної, біологічної сфер суб'єктів навчання; розвиток мислення, уваги, творчості, волі, характеру, пам'яті, навчальних інтересів, здібностей, мотивів та ін.

Указані нормативні документи та засоби розв'язання суперечностей створюють методологічні передумови забезпечення глобальних змін освіти в напрямі її компетентнісної парадигми, проте не визначають конкретних завдань докорінної її трансформації. На практиці переважно має місце наповнення оновленим змістом традиційних освітніх форм. Однією з причин виникнення суперечностей є низькі темпи впровадження електронних засобів навчання та вимог цифровізації. Так, у бюджеті МОН України на 2018 р. було передбачено на паперові підручники – 732 млн. грн., а на електронні – 40,9 млн. грн. [73]. За даними Інституту освітньої аналітики з 16 тис. українських закладів середньої освіти в країні 5600 (34 %) забезпечені 20-а і більше комп'ютерами, а належним програмним забезпеченням (ПЗ) ще менше. Виникає проблема дотримання санітарних норм і правил щодо: обмеження у часі праці суб'єктів навчання за персональними комп'ютерами (ПК), норм площ навчальних приміщень та ін. [65]. Не враховується, що компетентнісна модернізація освіти передбачає впровадження нової філософії освіти, а не лише вдосконалення форм і методів навчання.

Проведене нами дослідження [105; 108] з підготовки висококваліфікованих конкурентноздатних фахівців, які володіють інформаційно-цифровими технологіями (ІЦТ), передбачає окреслення концепції, що включає: методологію формування їх компетентності та сукупність наукових методів і прийомів дослідження; вчення про методи пізнання і перетворення дійсності; критичний аналіз реальних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) зі створення, пошуку, обробки, обміну інформацією у публічному просторі, приватному спілкуванні; інформаційну й медіа-грамотність; етику роботи з інформацією та ін. Основу методології становить процес розвитку аналітичного мислення та формування світогляду суб'єктів навчання в єдиному чуттєво практичному операційному середовищі самодисципліни, компетентної роботи з інформацією, моделями, алгоритмами. Значна частина вчених виокремлює філософський або фундаментальний її складник, як систему діалектичних методів, які є найзагальнішими і діють на всьому полі наукового пізнання, конкретизуючись через загальнонаукову і конкретну

методологію та загальнонаукові підходи і методи дослідження [88; 96].

Методологічний підхід проявляється по-різному в різних умовах суспільного розвитку. Його основи заклали ще Сократ, Платон, Аристотель, І. Кант, Г. Гегель, Р. Декарт, К. Маркс та ін. [19; 23; 85; 89; 115].

Н. Абашкіна, Г. Балл, С. У. Гончаренко, Р. С. Гуревич, І. А. Зязюн, В. Г. Кремень, Н. Г. Ничкало, О. Я. Савченко у 90-х роках ХХ ст. розглядали методологічну основу компетентнісно-орієнтованої освіти інформаційного суспільства. Але тоді ще не склалося у суб'єктів навчання методологічного усвідомлення необхідності ґрунтовної перебудови освіти на компетентнісній основі. Науковці зосереджувалися на формуванні компетентності у конкретних галузях знань. Тому не випадково О. В. Овчарук стверджує, що освіта в Україні з запізненням, у порівнянні з західними державами, почала оперувати поняттями компетентності у нових освітніх стандартах [63]. Немає системного й узгодженого погляду на розуміння особливостей поняття «методологічний підхід до формування професійної компетентності у практичній сфері». Особливістю нинішнього часу є потреба для майбутніх фахівців в оволодінні крім професійної компетентності ще й умінням використовувати комп'ютерні, цифрові та хмарні технології (ХТ), насамперед у формуванні психолого-педагогічної готовності до оволодіння ними.

Розв'язання визначених вище проблем ми пропонуємо [88; 108] здійснювати спираючись на основні поняття *методології* (рис. 1.2). Серед них ми вокремлюємо поняття «суперечність», як джерело, внутрішній імпульс усіх процесів розвитку, в т. ч. і в освіті та теорії навчання [22; 83].

Проведені дослідження [85] дають змогу стверджувати, що особливе місце у виявленні й розв'язанні суперечностей, як джерелі руху, розвитку належить фізиці, технологічним та інформаційно-цифровим (ІЦ) галузям техніки, а відповідно й навчальним дисциплінам цього спрямування. Виходячи з того, що процес формування висококваліфікованих науково-педагогічних фахівців є багатограним і багатоаспектним [61], усвідомлення суб'єктами навчання суперечностей між об'єктом і суб'єктом, наукою і

технікою, природою і пізнанням оволодіння внутрішніми рушійними силами пізнання є особливо актуальним завданням сучасного суспільства.

Рушійними силами досягнення результату в пізнанні є психологічні відчуття студентами труднощів, що при цьому виникають, та перетворення, зокрема, ІТТ у безпосередню виробничу силу. Тоді вони слугують за генератор активізації розумової діяльності особистості, спонукають до мотивованих пізнавальних дій і лежать в основі методів формування компетентного фахівця здатного розв'язувати суперечності.

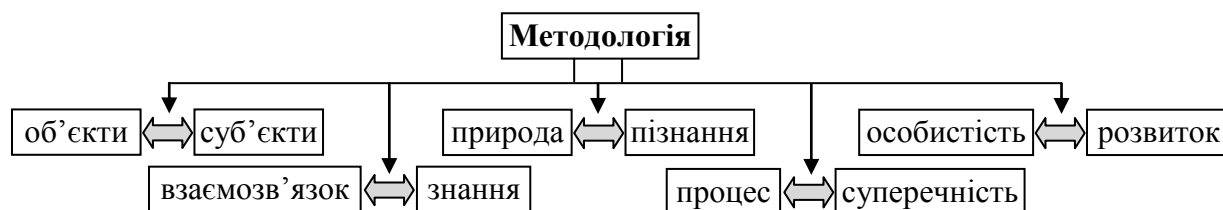


Рис. 1.2. Основні поняття методології

Дослідження процесу еволюції пізнання цілісного природознавства [85; 110] приводить до висновку: у науці можна виділити найбільш загальну суперечність між необмеженістю предмета пізнання і його нескінченістю, цілісною системою природи й обмеженістю та скінченністю тієї частини природи, яка вже пізнана. Особливість природознавства (хімія, біологія, фізика, технічні дисципліни (ФТД) невичерпні, нескінчені в його внутрішніх і зовнішніх властивостях та характеристиках натурних процесів, явищ, суджень, а відповідно й у розвитку та мінливості зв'язків і відношень. У таких умовах суб'єкти навчання через історичну обумовленість, що постійно проявляється на етапах розвитку природознавства, змушені в окреслених рамках соціального замовлення суспільства пізнавати природничі науки, їх складові та природу загалом. У межах такої необхідності визначається абсолютність і відносність, що знаходяться у постійній мінливості, періодично нівелюються в пізнанні. Закономірно на кожному історичному етапі виникають умовні рівні відносної й абсолютної систем знань предмета дослідження. Отже, така система знань ніколи не набуде абсолютної повноти, а відповідно й остаточного (кінцевого) пізнання в її характеристиках, властивостях, взаємоперетвореннях і логічних зв'язках [106].

Таким чином, прояв суперечностей, що постійно виникають в ході еволюції нескінченного за своєю суттю предмета пізнання (безумовність) і обмеженістю, а відповідно скінченністю (умовність) умов пізнання, викликає необхідність постійно розв'язувати ці суперечності в процесі спіралеподібного розвитку пізнання з досягнення істини. З точки зору теорії самоорганізуючих систем [90] вказані суперечності у пізнанні розв'язуються у точках біфуркації, коли завдяки наростанню флуктуацій досягається гранична межа повного «збурення» у пізнанні предмета дослідження, а далі виникає система нової якості. Тоді історичні етапи окреслюються біфуркаційними межами розвитку природознавства (науки), відповідно окреслюються і межі його пізнання студентами. Збурення на певному історичному етапі меж пізнання суб'єктів навчання, зокрема майбутніх фахівців ЦТ в епоху цифровізації викликане прогресом науки, обумовлюють розвиток мислення, творчості, здібностей, розширення можливостей, які є нескінченними і необмеженими як і сам предмет дослідження. Такі послідовні біфуркаційні «прориви» меж пізнання властиві кожній еволюції наукових парадигм: флогістон – кінетична теорія; класична фізика – квантова механіка та ін. У всіх випадках завжди досягається нова, більш вища межа знань предмета: кінетична теорія, квантова фізика, а відповідно й вищий рівень пізнання явищ, процесів, взаємоперетворень та їхніх властивостей, зв'язків. Постійне оволодіння новою науковою інформацією приводить до виникнення нових суперечностей, які розв'язуються за законами самоорганізації: виникає нова, вища якість розвитку предмета дослідження, наприклад, квантова теорія.

За цих умов, має місце закономірне неперервне спіралеподібне розв'язання суперечностей, що логічно виникають. Воно є основою процесу розвитку пізнання. За теорією самоорганізуючих систем [90] рух пізнання здійснюється за ланцюжком: перевірена практикою істина певної епохи → флуктуації (внаслідок обміну з навколишнім середовищем речовиною, енергією, інформацією) → накопичення суперечностей → точка біфуркації

→ самоорганізуюче розв'язання суперечностей → більш фундаментальна істина → нові флуктуації → виникнення нових суперечностей → біфуркація другого порядку → більш глобальніша істина → Має місце постійне оновлення знання, і нове виникнення суперечностей.

Згідно встановленої закономірності розв'язання суперечностей будуюмо інформаційно-системний ланцюжок розвитку: загальна теорія систем (М. А. Ампер, Л. фон Берталанфі, О. О. Богданов) → кібернетика (Н. Винер) → системний підхід і аналіз (В. М. Глушков) → самоорганізуючі системи (І. Р. Пригожин) → складні адаптивні системи (М. Гелл-Манн) → новітні гіпотези. В дослідженні ми виділили більш короткий ланцюжок пізнання у навчанні ФТД, починаючи з кібернетики: кібернетика → інформатика → ІКТ → ІЦТ. Виходячи з окреслених ланцюжків ми виокремили суперечності між соціальним замовленням суспільства на обов'язкове впровадження в практику освітньої діяльності ІЦТ і матеріальними можливостями закладів освіти; між методичним забезпеченням навчання ІЦТ і готовністю суб'єктів навчання оволодіти ними; між реальними освітянськими можливостями формування у студентів ІЦК і станом включення у цей процес комерційних структур і держави. Отже, розв'язання визначених суперечностей є актуальним.

Визначені нами ланцюжки пізнання сучасних знань відповідають і вимогам законів діалектики [33]. Ці вимоги полягають у наступному: множина відносних істин окреслює абсолютну істину (фундаментальні ідеї, ґрунтовні положення, узагальнюючі висновки, відносні істини) через здобуття знань і своєчасне розв'язання суперечностей. Відображення предмета пізнання не співпадає з самим предметом, бо у різних методиках різний зміст і структура системи утворення. Так наслідком розв'язання суперечностей є розвиток ІЦК у ході пізнання майбутніми фахівцями ІЦТ ФТД.

Отже, у свідомості студентів у процесі пізнання істини відображається абстрактний, незалежний від сприймання учасниками освітнього процесу предмет пізнання. Має місце не просте дзеркальне сприймання свідомістю суб'єкта предмета пізнання. Тому для формування системної абсолютної

істини спочатку розглядаються елементи знань, які не властиві предметові пізнання, в ході тривалої практики частина з них нівелюється, коли не відповідає властивостям цього предмета. Так було, коли виникала теорія флюїду, теорія теплоруду, механічна теорія теплоти, електромагнітна теорія, ефір, теорія всього та ін. [85]. У методологічному плані історичні факти добре відображаються через ланцюг виникнення та розв'язання суперечностей. Наявні відносні істини слугують інформацією для аналізу, а їхня зміна не є послідовністю відповідних їм етапів у розвитку об'єкта пізнання. Природа, що відображена у науці, і структура предмета пізнання є об'єктивною; пізнавальний процес носить внутрішню специфічність. У випадку, коли виявляється, що внесене є невластивим, стороннім для предмета дослідження і не відображає предмет пізнання, виникає суперечність, яка впливає з загальної суперечності між об'єктом вивчення і суб'єктом пізнання. Звідси впливає спосіб виявлення невідповідності між поданою суб'єктам навчання об'єктивною інформацією і створеним абстрактним образом СНКС методом аналізу суперечностей [89].

Отже, пізнання окресленого об'єкта студентами є фундаментальним засобом накопичення необхідних фахівцю знань, що складають об'єктивну істину. Якщо слідувати за неперервним рухом самоорганізуючого ланцюжка, то помітна діалектична суперечність між процесом формування знань і їхньою істинністю [61; 64; 88]. Виходячи з визначених способів дослідження розв'язання суперечностей між суб'єктами і об'єктами пізнання, зокрема розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ у процесі навчання ФТД у ЗВО буде мало ефективним, коли показники (поняття) ІЦК будуть не зв'язані з предметом навчання, тобто будуть суб'єктивними, матимуть штучно привнесену суб'єктами інформацію. Поступово долаючи таку віддаленість набуває ваги відносна істина. В ході практики привнесена в процес пізнання суб'єктивна необ'єктивна інформація стає явною і поступово відпадає, а наукові поняття все більше втрачають абстрактний характер, стають істинними і в повній мірі відповідають предметові пізнання. Розв'язання

суперечностей за правилами розглянутого нами ланцюжка на кожному етапі пізнання є кінцевим результатом до розкриття чергової істини.

У процесі пізнання важлива роль належить розкриттю взаємовідношення історичного та логічного у зв'язку з аналізом суперечності між суб'єктом і об'єктом, між наукою та предметом, що вивчається, а відповідно і між процесом пізнання та предметом. Ми схильні до думки вчених [60], що під історичним необхідно розуміти не історію предмета, що вивчається, а методологію пізнання предмета. Тому проблема співвідношення історичного та логічного в аналізі історії науки є актуальною, яка у методичній та педагогічній літературі розкривається недостатньо. Зокрема, у посібниках із фізики, техніки, цифрових, інформаційних технологій (ІТ) [8; 11; 26; 28; 35; 37; 39; 46; 47; 49; 50; 55; 56; 67; 68; 94; 101; 102; 103; 118; 119] таке співвідношення здебільшого зводиться до викладу певного епізоду з історії [47; 50; 119]. Ми розглядаємо історичне як результат безпосереднього дотику суб'єктів вчення з виявленими закономірностями природи в ході процесу пізнання та застосування результатів навчання на практиці. Логічність пізнання ми визначаємо як розкриття внутрішніх закономірностей історичного руху пізнання. Історичний процес має багато випадковостей, від яких позбавляє процес пізнання логічний підхід, а абстрактне уявлення представляється без спотворень. У результаті в логічному яскраво відображається своєрідність і діалектика процесу пізнання від явищ до сутності, від якісної сторони речей до кількісної. Необхідно враховувати, що у реальному історичному процесі чистої абстракції не спостерігається, й істинний процес є складним і заплутаним, що відрізняє його від логічної системи. Звідси виникають складнощі у частині трактування і застосування історичного підходу в навчанні. Реальність завжди суперечлива. Відповідно виникають суперечності між об'єктом і предметом навчання, природою і процесом відображення її в певних ділянках головного мозку суб'єктів навчання. Постає необхідність своєрідності побудови логічних категорій, де відображаються суперечливі сторони реальності.

Своєрідність і діалектичний характер процесу відображення об'єкта

дослідження у свідомості суб'єкта пізнання ми розглядаємо через логічні категорії невизначеності, як сходинки пізнання. Кожна така категорія (невизначеність) відображає за змістом, певний закономірний зв'язок явищ і процесів. У ході пізнання категорії існують одночасно, бо взаємопов'язані між собою і створюють внутрішню структуру універсального закономірного зв'язку всіх явищ світового освітнього процесу та Всесвіту. Тому поняття є суб'єктивними в абстрактності й відірваності від предмета. Але їм властива і дійсність. Сама природа одночасно і конкретна, й абстрактна [77, с. 20].

Сутність невизначеності й полягає у тому, що має місце нероздільність двох суперечливих моментів дійсності: визначену єдність усіх сторін об'єкта пізнання та ситуацію, коли суб'єкт пізнання не може охопити і відобразити реальність відразу і безпосередньо. Дослідники Б. М. Кедров [77, с. 20], В. В. Кизима [33], О. Б. Киричок [36] розглядають природу як нерозривність явища і сутності, так як будь-яке явище є суттєвим, як і всяка сутність виникає лише після того, як явище вивчене. Тому рух пізнання у фізиці, техніці, ІТ, ІТТ, ІТТ відбувається від фактів, явищ до сутності і окреслюється закономірністю процесу пізнання. Процес пізнання – це не просте копіювання процесу руху реального світу, де повинне бути співпадання пізнання й об'єкта, що суперечить дійсності [2].

Для більш детального аналізу ланцюжків процесу розвитку ІТТ у ході навчання ФТД ми скористалися поняттями категорії якості та кількості. Г. Гегель у фундаментальній праці «Наука Логіки» категорію кількості ставить раніше категорії якості. Це не означає, що ніби то заперечується якісна визначеність речей. Аналізуючи еволюцію природи філософи доводять, що кількісна визначеність речей виникає після якісної їхньої визначеності. Г. Гегель стверджує: «у природі якісна та кількісна визначеність речей така ж як і нероздільність явища й сутності» [18, с. 25]. З точки зору ланцюжка руху пізнання ближче до суб'єктів навчання, є якісна визначеність, яка дається у відчуттях (Л. Фейєрбах), а кількісна – розкривається не відразу, а в результаті тривалої роботи абстрагуючої думки через

співставлення, спостереження, досліди. Кількісні характеристики можливі, коли є пізнання певної якості, яку можна описати кількісно [113, с. 214].

Виходячи з визначень мислителів у частині аналізу предмета пізнання ми прийшли до висновку, що в ході розвитку ІЦК у навчанні фізики, техніки, ІЦТ в результат якості є первинним у пізнанні предмета, а кількість набуває вирішального значення пізніше.

На нашу думку, врахування викладеного у значній мірі сприяє здоланню суперечності між замовленням освіти на компетентного фахівця з ІЦТ і його готовністю до оволодіння ними [106], між фактичним і теоретичним.

Тож наявність основної, висхідної суперечності між об'єктом і суб'єктом навчання призводить до виникнення суперечності між фактами та теоретичними узагальненнями. В епоху цифровізації суспільства важливо сформувані у майбутніх фахівців ІЦТ (як основних носіїв знань в епоху стрімкого розвитку ІЦТ) переконання, що для виникнення істинної науки необхідно встановлювати факти – дискретні частини дійсності встановлені людиною на основі спостережень. У науці факти є фундаментом. Коли факти повторюються, тоді виникає правило.

Так, хімія стала наукою за встановлення газів законів Е. Маріоттом. Після цього стали накопичувати наукові факти. Студент, як і дослідник, має одержати результат спостережень, а не те, чого він бажає. Факт не може бути хорошим чи поганим. Проте якщо факт установлений, то його не можна ігнорувати, у будь-якому факті виступає сама дійсність, сама природа. Вихідним для визначення факту є суперечність між суб'єктом та об'єктом, який належить області співвідношення між емпірією та теорією, між фактом і його поясненням [48]. На нашу думку, окреслена суперечність розв'язується шляхом емпірування думки спостерігача завдяки змінам об'єкта суб'єктом, які міняють його волю і породжують нові суперечності. Лише об'єктивний науковий критерій дозволяє безпомилково відокремити домисли від дійсних фактів. У цьому полягає сутність методики навчання дисциплін. Прикладом може слугувати проблема «породження видів» при обговоренні нібито фактів

утворення клітинної структури з «безструктурного білка» або живої матерії з неживої. При перевірці такі домисли на практиці не підтвердилися. Слідуючи встановленій логіці ми вважаємо, що освітній процес пізнання природних явищ, застосування законів фізики у техніці, розвитку ІТ, має будуватися на встановлених методологічних закономірностях процесу пізнання. У такому випадку знання будуть мотивованими й якісними, а студенти – компетентними.

Якщо шляхом експериментування не вдається очистити припущення від факту, то це можна здійснити шляхом абстрактно-теоретичного мислення. Для цього необхідно створити ідеальну модель процесу, що досліджується, і на ній логічно прослідкувати хід його розвитку. Нині ефективним в освітньому процесі є комп'ютерне моделювання: хмаро орієнтоване, експериментальне на базі набору Phyuwe, ресурсне середовище, мехатроніки, робототехніки та ін.

Розглядаючи суперечності між фактом і теоретичним узагальненням ми окреслили ті, що виникли в процесі цифровізації освіти. Насамперед, суперечності між загальним і конкретним, що є головним стимулом розвитку науки, побудованої на фактичній основі та понятійною й теоретичною частинами. Коли є відповідність теорії фактам, наука розвивається, набуває все більшої логічності, завершеності та закінченості.

Прикладом може бути Ньютонівська класична механіка, яка більше двох століть пояснювала накопичені факти, які успішно запроваджувалися у виробництво, й у такий спосіб здійснювалося її розширення у техніці. Інший приклад – близькодіюча електромагнітна теорія Максвелла (8 рівнянь: 4 для вакууму і 4 з урахуванням матеріального середовища), де електричні і магнітні поля розглядалися як механічне збурення ефіру, яка прийшла на зміну теорій А. Ампера та С. Пуассона [53, с. 253–257].

Хід логіки думки вченого здійснювався у такій послідовності: в міру накопичення фактів виокремлювалися факти, які являються флуктуаціями у визнаній раніше теорії і вносять до неї певні збурення, бо такі факти ця теорія вже не може пояснити. З накопиченням окреслених фактів у науці розширюється збурення, яке може привести до точки біфуркації і в

кінцевому випадку створення науки на новій теоретичній і понятійній основі. У цьому випадку незмінними і фундаментальними залишаються лише факти. Класична механіка та електродинаміка Максвелла на той час стали домінуючими і все більше впливали на розвиток техніки.

У кінці XIX ст. виникли факти: розподіл енергії у спектрі абсолютно чорного тіла, фотоефект, спектральні закономірності, катодні промені, радіоактивність та ін. Ці незаперечні факти ввійшли в суперечність із наявними теоріями, що привело до нових збурень наукової думки. Виникла нова форма суперечностей між фактом і теорією. Класична теорія перестає пояснювати всю сукупність наявних фактів. У таких умовах подальше просування наукового пізнання полягає у пошуці пояснення як нових, так і перевірених практикою фактів. У кінцевому випадку квантова теорія прийшла на допомогу класичній ньютонівській механіці, максвелівській електродинаміці, класичній термодинаміці. Подальший шлях розвитку полягає у приведенні у відповідність до нової теорії всієї сукупності як нових, так і старих фактів. Відповідний вплив було здійснено на розвиток техніки, традиційних і нових технічних дисциплін. Зародилася загальна теорія систем, кібернетика. Проте у діючих посібниках із ФТД визначений об'єктивний шлях розвитку науки, НТП не знайшов належного історико-методологічного аналізу [8; 11; 26; 28; 35; 37; 39; 46; 47; 49; 50; 55; 56; 67; 68; 94; 101; 102; 103; 118; 119]. Їх зміст не розкриває суперечливий шлях розвитку, а тому його виклад не сприяє розвитку логічного мислення в ході неперервного розв'язання суперечностей, необхідності самоосвіти, самовдосконалення суб'єктів навчання.

Узагальнюючи процес пізнання еволюції розв'язання суперечностей ми виявили постійно актуальну проблему: *який структурний елемент науки в епоху цифровізації є найреволюційнішим – теорія чи емпірія, пояснення чи факти; зі зміною якого елемента здійснюється подальший розвиток науки чи настає застій? Теорії та гіпотези пояснюють накопичені наукою факти. Проте вони найдинамічніші та наймінливіші, можуть відкидатися без руйнування науки на відміну від фактів, які є стійкими, фундаментальними елементами.*

На нашу думку, механізм накопичення фактів із фізики, хімії, технічних та інформаційно-цифрово-технологічних галузей приводить до зламу традиційних теорій навчання і здійснюється *чотирма шляхами*:

- накопичення великої множини фактів, які узагальнюються і в сукупності показують необхідність визнати обмеженість, а то й відмову від старої теорії;
- виявлення одного, але визначального для висновку про закономірну зміну традиційної теорії факту (дослід Майкельсона: відмова від наявності нерухомого світового ефіру і ньютонівської уяви про простір і час, рух і матерію);
- накопичення множини невиразних фактів, які зненацька підсилюються одним науково важливим фактом, що приводить до швидкої зміни теорії;
- будь-яка традиційна теорія постійно змінюється під впливом нових фактів, модернізується до того часу, поки це не гостро стосується її основ, а потім проходить зміна основ, і відбувається поява нової теорії.

Співвідношення відповідності чи невідповідності між старою теорією та новими фактами лежать в основі революцій у науці, які розглядають Дж. Агассі, М. Д. Ахундов, Л. Б. Баженов, С. Гроф, Т. Кун, К. Поппер, С. Тулмін, П. Фейерабенд, Дж. Холтон [5; 45; 48; 71; 111; 115] та ін.

Для характеристики поняття революції вчені ввели поняття наукової парадигми. Поняття парадигми з'явилося в роботі Т. Куна «Структура наукових революцій». У перекладі воно означає «зразок», сукупність визнаних науковцями досягнень, що визначають в розглядувану епоху модель постановки наукових проблем та їхній розв'язок. Це – зразок створення нових теорій відповідно до діючих у певну епоху. У рамках парадигм формулюються загальні базисні положення, що використовуються в теорії, задаються ідеали пояснення й організації наукового знання, уточнюються поняття або факти, які не вкладаються в окреслену парадигму і можуть слугувати основою для нової [45].

Тому завданням фізика-дослідника, фахівця техніко-технологічної ІІІ галузі знань є: спостереження, фіксація відомостей про явища й об'єкти, вимірювання або порівняння параметрів явищ із іншими, постановка експериментів, формалізація результатів до створення відповідної теорії.

Вчений, інженер-педагог накопичує нову конкретну інформацію, аналізує її, синтезує, узагальнює, систематизує її та видає у вигляді висновків: законів і математичних формул. Наука вирішує конкретні проблеми; результати науки вимагають експериментальної перевірки або схильні до строгого логічного висновку. Наукові істини загально значимі, не залежать від інтересів певних прошарків науковців суспільства. Але парадигми функціонують у рамках наукових програм, а наукові програми – в рамках культурно-історичного цілого, яке визначає цінність тієї або іншої проблеми, спосіб її розв’язання, позицію держави і суспільства по відношенню до запитів учених [27].

Наукове знання постійно змінюється за своїм змістом і обсягом, виявляються нові факти, народжуються нові гіпотези, створюються нові теорії, які приходять на зміну старих, відбувається наукова революція (НР). Існує декілька моделей розвитку історії науки (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Моделі розвитку історії науки

Перша модель (рис. 1.3) відповідає процесу накопичення знань, коли попередній стан науки готує подальший; ідеї, що не відповідають основним уявленням, вважаються помилковими. Ця модель тісно пов’язана з позитивізмом, із роботами П. Дюгема, Е. Маха, А. Пуанкаре й якийся час вважалася провідною [38; 44; 57; 78]. Ця модель відповідає зміст більшості діючих підручників і посібників для закладів освіти в галузі ФТД [8; 11; 26; 28; 35; 37; 39; 46; 47; 49; 50; 55; 56; 67; 68; 94; 101; 102; 103; 118; 119].

Друга модель (рис. 1.3) заснована на ідеї абсолютної стрибкоподібності розвитку науки, тобто після НР виникає нова теорія, що принципово відрізняється від старої, і розвиток може піти зовсім інший самоорганізуючим напрямом. Цей зміст потрапляє в підручники, проникає в масову свідомість суб’єктів навчання. Мета нормального розвитку науки – пов’язати нові факти з існуючою парадигмою та пояснити їх. Парадигма обумовлює методологію постановки

нових дослідів, з'ясування й уточнення значень конкретних величин, встановлення конкретних законів. Наука стає точнішою, накопичується нова детальна інформація, і лише видатний учений може розпізнати якісь аномалії.

Т. Кун і назвав зміну парадигм *науковою революцією* [45]. Прикладом є перехід від уявлень про світ за Аристотелем до світобачення рівня Галілея-Ньютона. Виробнича суспільна практика визначає момент такого стрибка.

Третю модель (рис. 1.3) запропонував британський вчений І. Лакатос. Наукові програми мають деяку структуру. Неспростовні положення – «ядро» наукової програми; воно оточене «захисним поясом» із гіпотез і припущень, які дозволяють при деякій невідповідності дослідних даних теоріям із «ядра» зробити ряд припущень, що пояснюють ці невідповідності, а не ставити під сумнів основні теорії. Крім «негативної евристики» є і «позитивна евристика»: набір правил і припущень, які можуть змінювати і розвивати «заперечені варіанти» програми. Так відбувається деяка модернізація теорії, що зберігає початкові принципи і не змінює результатів експерименту, а вибирає шлях зміни або коректування математичного апарату теорії, тобто зберігає стійкий розвиток науки. Але коли ці захисні функції слабшають і вичерпують себе, одна наукова програма повинна буде поступитися місцем іншій науковій програмі, що володіє своєю позитивною евристикою. Відбудеться НР. Отже, розвиток науки відбувається в результаті конкуренції наукових програм [48].

В цьому зв'язку ми розглядаємо зміну аналогової системи інформаційних накопичень на цифрову як зміну наукових програм. За цих умов поняття НР містить обидві концепції розвитку науки. В аспекті до розвитку науки воно означає зміну всіх її складових – фактів, законів, методів, СНКС. Оскільки факти не можуть бути змінні, то мова йде про зміну їхнього пояснення.

Так, спостережуваний рух Сонця і планет може бути пояснений і в схемі світу Птолемея, і в схемі Коперника. Пояснення фактів вбудоване в якусь систему поглядів, теорій. В результаті науково-історичного розвитку природи починаючи з Великого Вибуху сформувалися 4 фундаментальні взаємодії, дослідження яких формували теорії «Великого об'єднання», яке

станеться за досягнення відповідних енергій [85; 107]. Об'єднання приведе до нової НР. Про природу НР, що змінюють всю СНКС, ведуться постійні наукові дискусії, і вони й будуть нескінченними, бо нескінченним є Всесвіт.

Концепцію «Третього світу» перманентної революції висунув К. Поппер. Відповідно до його «принципу фальсифікування» тільки тоді теорія вважається науковою, якщо її можна спростувати [71]. Вирішальним є експеримент, спрямований на спростування гіпотези, оскільки тільки він може визнати цю гіпотезу помилковою. В цьому основна відмінність закону природи від закону суспільства, де нормативний закон може бути покращуваний за рішенням людей. Закони природи описують незмінні регулярності, вони, за виразом А. Пуанкаре, є якнайкращим виразом гармонії світу [78].

Отже, в ході навчання студентів трансформованим із природничих і технічних наук та технологій дисциплінарним знанням обов'язковою умовою має бути: окреслення основних рис НР та ознайомлення суб'єктів навчання з історико-методологічними аспектами таких революцій шляхом розв'язання накопичених суперечностей; необхідність теоретичного синтезу нового експериментального матеріалу кожної історичної епохи; корінна ломка існуючих уявлень про природу загалом; розв'язання кризових суперечливих ситуацій в поясненні фактів та ін.

У ході дослідження ми виділили аристотелівську, ньютонівську, дебройлівську, кібернетично-інформаційну концепції (М. М. Амосов, А. В. Анісімов, Н. Віннер, В. М. Глушков, В. С. Дейнека, О. Г. Івахненко, В. М. Кунцевич, С. О. Лебедев, О. А. Летичевський, О. І. Провотар, І. В. Сергієнко, В. І. Скурихін, К. Л. Ющенко) [110].

С. У. Гончаренко [22], Б. М. Кедров [77], Т. М. Попова [70] вважають за початок наукового пізнання світу XVII ст. і виділяють дві революції: наукову, пов'язану з працями Г. Галілея, Р. Декарта, І. Кеплера, Н. Коперника, І. Ньютона, і науково-технічну XX ст.

На нашу думку, третя пов'язана з роботами Н. Бора, Л. де Бройля, Н. Вінера, В. Гейзенберга, В. М. Глушкова, П. Дірака, А. Ейнштейна, А. Ф. Йоффе,

С. П. Корольова, І. В. Курчатова, М. Планка, Е. Резерфорда, К. Д. Синельникова, І. Є. Тамма, І. Я. Френкеля, Ю. Б. Харитона, Е. Шредингера, які досліджували наукові факти з квантової теорії, теорії поля, атомної й ядерної енергії, генетики, кібернетики, автоматики, робототехніки, космонавтики, Всесвіту та ін. [110].

Нині набули розвитку мехатроніка та робототехніка, які базуються на нових принципах і законах. Зокрема, робототехніка базується на трьох законах (рис. 1.4). Принцип дії робота полягає у взаємодії трьох блоків: перетворювача частот → контролера → механічного виконавчого пристрою.

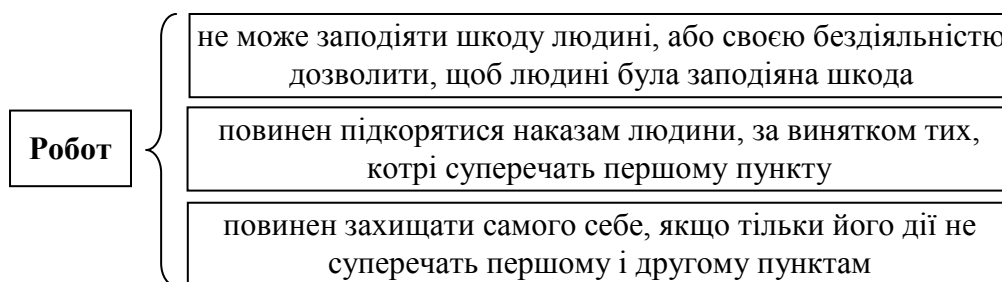


Рис. 1.4. Закони робототехніки

Виникнення та розвиток робототехніки та мехатроніки у сучасному світі є проявом прикладної функції науки, що стала порівняльною з пізнавальною. Практичні можливості знань людина використовувала завжди, але вони до XVIII ст. розвивалися незалежно від науки. Наука навіть після виникнення, не була орієнтована на свідоме її застосування у техніці. З Нового часу в західній культурі почали розвиватися практичні галузі впровадження науки. Поступово природознавство почало зближуватися, а потім і перетворюватися в техніку, причому почав розвиватися системний підхід до об'єктів із такими ж, як і в науці, підходами – математикою й експериментом. Упродовж декількох століть утверджувалася ідея потреби в осмисленні ролі техніки у зв'язку зі зростанням її значення в НТП XIX–XX ст. Вже біля століття існує самостійний науковий напрям «філософія техніки». Але не тільки людина створювала техніку, але і техніка змінювала свого творця [110].

В епоху цифровізації неоціненне значення має принцип доповнювальності Н. Бора. Він має гносеологічний зміст, виникнення нової парадигми не означає повне відкидання старої аналогової [85; 89; 115].

Створення квантової теорії не ліквідує класичну ньютонівську, на

основі якої будуються й нині підприємства, літаки та ін. Тут також є суперечність між старою та новою теорією, на що мало звертається уваги в освітньому процесі професійної підготовки викладачів та інженерів-педагогів. Традиційно пояснення фактів на новій основі спочатку здійснюється через введення гіпотези, яка передбачає попереднє передбачуване пояснення нових фактів і потребує перевірки і підтвердження.

Розглядаючи новітню парадигму цифровізації освіти ми актуалізуємо зміст поняття гіпотези, роль аналізу якого в освітньому процесі недооцінюється. Гіпотеза має два гносеологічні аспекти: один відображає об'єктивну дійсність, а другий – суб'єктивну думку вченого. «Очищення» здійснюється через уточнення думки вченого. Еволюція гіпотези має перетворити її у закон чи теорію. Крім цього, еволюція має і гносеологічну сторону, яка полягає у тому, чи має гіпотеза об'єктивну істину, чи відображає об'єктивну реальність [121].

Таким чином, виходячи з приведенного аналізу розвитку суперечностей, на нашу думку, *ланцюжок еволюції цифровізації* має наступну структуру: незнання → передбачуване знання → переростання, передбачення і достовірне знання → утвердження нової теорії (закону). У фізиці, як основі НТП, такий рух одержав обґрунтування у принципі відповідності: для того, щоб переконатися в правильності нової теорії, необхідно накласти її на стару і з'ясувати умови, за яких нова теорія переходить у стару.

1.2. Співвідношення між цілісним процесом пізнання і практичним використанням пізнаного в інтересах розвитку суб'єктів навчання

Виходячи з основних завдань методології (рис. 1.5), ми дослідили співвідношення між пізнанням (знанням про світ) та спроможністю майбутніх фахівців адекватно відображати дійсність.

У цьому випадку суперечність між суб'єктом та об'єктом виникає у відповідності до мети навчання й об'єктивних законів розвитку інформаційного суспільства. У процесі практичної діяльності суб'єктів навчання цілі можуть бути реальними, тобто відповідати законам зовнішнього світу, а тому реально

досягаються у технічному використанні, і нереальними, що не відповідають цим законам, а тому не досягаються практикою. З методологічної точки зору критерієм реальності будуть цілі, які вільно продукуються людиною, слугують формуванню закону розвитку природи і суспільства. Згідно принципу відповідності суб'єктивних цілей та законів об'єкта дослідження реальні цілі відсіваються від нереальних, а відповідно реальні і нереальні критерії.

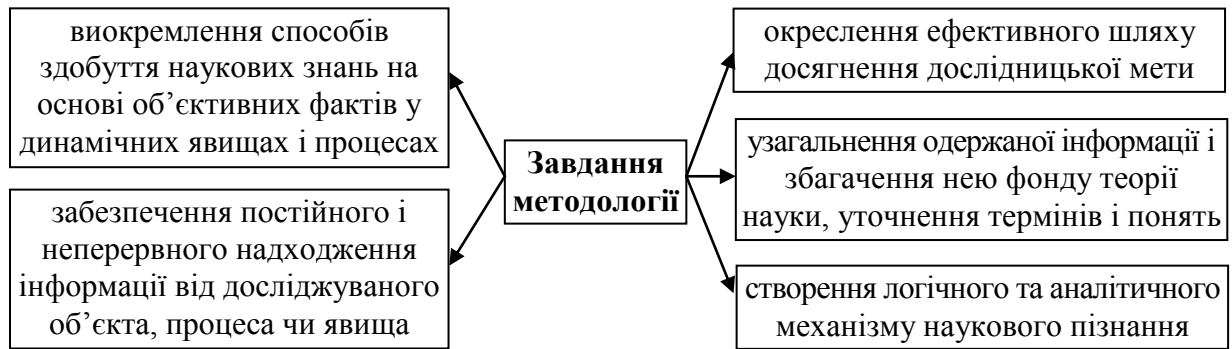


Рис. 1.5. Завдання методології

Ігнорування вказаного приводить до того, що природа і свідомо практична діяльність людини співвідносяться так, що здається цілі є чужими для природи. Але людина є також частиною природи і повинна задовольняти свої потреби, тому для їх реалізації використовує техніку. В цьому плані майбутні фахівці ЦТ мають усвідомити, що характер техніки має визначатися законами природи. Реальність чи нереальність цілей виявляється у практичній діяльності в результаті проб і дій. До того часу поки не з'ясується свідомістю суб'єктів навчання причини негативних результатів впливу техніки на природу, на порядок денний ще не ставиться питання свідомого наукового пізнання законів зовнішнього світу. Нині людина стала давати собі звіт про досяжність лише тих цілей, що ґрунтуються на виконанні вимог законів природи. Друга половина ХХ – початок ХХІ ст. ознаменувалися спрямуванням зусиль людини на пошук нових законів природи для наступного їхнього використання у своїй практичній діяльності. Однак реальна практика продовжує прискорено здійснювати тиск на природу. Студенти мають усвідомлювати, що закономірно започатковані наукові дослідження, метою яких є відкриття екологічно спрямованих законів природи, у практичному застосуванні мають відповідати зацікавленості у розвитку техніки. Тоді

інтерес до розвитку техніки синхронно взаємодіє з рухом думки вчених у сторону вивчення відповідних законів природи, проникнення в їхню сутність.

У цьому зв'язку доречно використати міжпредметні зв'язки з філософією і розкрити студентам практичну сутність поняття «Річ у собі» (термін ввів філософ І. Кант у праці «Критика чистого розуму») [31], що позначає сутність, яка в повній мірі незалежна від досвіду. Наприклад, будь-який реальний об'єкт, як частина світу, трактується двояко: з однієї сторони має місце істинний об'єкт, річ у собі (прихований від сприйняття), а з другої – об'єкт розглядається як відношення до інших об'єктів, річ для нас (викривлені уявлення про об'єкт). Тоді стає зрозумілим, що починаючи з епохи створення природознавства на запит виробничої практики, наука слугує цій практиці. В процесі досліджень і відкриття законів та створення теорій предмет науки має виступати перед ученим як «річ в собі» і не залежати від інтересів людини. Кінцева мета вивчення законів природи починається з мотивації, що рухає вченого до встановлення природних закономірностей, і має виключати будь-яку можливість підходу до цих законів із точки зору суб'єктивного впливу. Коли суб'єкт навчання вносить у їхній зміст щось суб'єктивне і буде твердити його як властиве цьому закону, то практичне значення такого закону піде в розрізі з об'єктивним ходом речей і не приведе до поставленої мети. Такий закон не може бути об'єктивним критерієм реальності поставлених цілей, та й цілі будуть помилковими і матимуть суб'єктивний характер.

Визнаний і перевірений експериментом закон містить узагальнену відображену в означеннях, математичних рівняннях фундаментальну суперечність між суб'єктом та об'єктом, що веде до виникнення нової суперечності між пізнанням закону і його практичним використанням у техніці, між чистою теоретичною і прикладною наукою, якою оволодівають майбутні фахівці професійної освіти з ЦТ.

Із аналізу співвідношення наукових результатів досліджень [110; 116] і практики їх використання випливає, що технічна реалізація наукових відкриттів починається завчасно до завершення наукового відкриття, коли

розглядалися можливості витягнути практичну користь із пізнання явищ відповідної сфери. Цим не знімається суперечність пов'язана з переходом суб'єктів суспільства від знань законів природи до їх використання, від науки до виробництва, від наукового поняття до практичної діяльності. Вказаний перехід передбачає з'ясування умов дії пізнаних законів та знаходження ефективних умов максимальної віддачі для виробництва. Винахідник продукує такі конструкційні проекти та технології, в основі яких покладено явища природи й її закони, вивчені наукою і поставлені в залежність від цілей і виробничих інтересів учасників виробництва. Весь процес такого переходу, пов'язаного з рухом наукового пізнання, супроводжується основною суперечністю між об'єктом і суб'єктом, проте в них коло взаємних перетворень протилежностей є не замкненим. Адже цілісний процес пізнання (з точки зору сукупної діяльності суб'єктів пізнання) складає тільки один із можливих видів діяльності і не є самостійним і незалежним від практичної діяльності всіх членів суспільства. В цьому випадку суперечність між суб'єктом та об'єктом у рамках одного пізнання окреслює лише одну сторону:

- вплив суб'єкта, наділеного потребами, інтересами, цілями на об'єкт (предмет дослідження) є закономірним і накладає на предмет своєрідний відбиток, що не сприяє ефективному розвитку техніки;

- основним завданням усього процесу пізнання є усунення впливу суб'єкта на об'єкт, не допустити його прояв і відбиток, який може здійснити суб'єкт над об'єктом, в іншому випадку буде здійснено гальмування розвитку техніки.

Виходячи з викладеного ми приходимо до висновку, що у використанні суб'єктом будь-якого закону в загальному випадку є дві *суперечливі тенденції*:

- конструктивна, що приносить суспільству, майбутньому фахівцю професійної освіти з ЦТ користь і задовольняє його потреби;

- руйнацька, коли членам суспільства, а відповідно й освітньому процесу, внаслідок впливу суб'єкта на об'єкт наноситься шкода.

На нашу думку, вказані суперечності мають бути враховані укладачами Державних стандартів підготовки фахівців професійної освіти, авторами

посібників і навчальних освітніх програм.

Пізнання і дії майбутнього фахівця ЦТ, як учасника розв'язання вказаних суперечностей, повинні бути спрямовані на: точне з'ясування сукупності умов, щоб конкретний процес був орієнтованим на благо суспільства; розробку технічних прийомів для протікання процесу в позитивному напрямі. Компетентний спеціаліст має знати закономірності розв'язання внутрішніх суперечностей, які виникають між учасниками виробничого процесу й природою, й у своїй практичній діяльності забезпечити реалізацію можливостей закладених природою, попереджати негативні незворотні впливи на неї. Природа теоретично має нескінченне число можливостей як сприятливих, так і не сприятливих для діяльності людини. Ця суперечність може розв'язуватися як економним, так і неекономним шляхом для досягнення однієї і тієї цілі. Від фахівців залежить вибір цих шляхів. Тому необхідно мати оптимальний варіант досягнення цілі, який передбачає максимальну економію ресурсів і зведення до мінімуму втрати: підвищення продуктивності праці, застосування техніки з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД), використання нанотехнологій, безвідходного виробництва, висока екологічна безпека тощо. Це буде складати сутність магістральної парадигми розвитку всієї, образно кажучи, «гуманістичної техніки». Суперечність у взаємодії суб'єктів виробничих процесів із природою приймає форму суперечності між наявним нескінченним числом шляхів протікання окресленого процесу і необхідністю вибирати один із найефективніших й добиватися практичної реалізації обраного шляху [77, с. 60–61].

Компетентний фахівець ЦТ реалізує вказану суперечність через:

- знання законів природи (об'єкта), які задані наукою, природознавством;
- знання умов прояву вироблених наукою та природознавством законів;
- знання способів реалізації визначених умов у практичній діяльності, умінь використовувати об'єкт у техніко-технологічній діяльності.

Використання зазначеної суперечності та умінь її розв'язувати забезпечить поступальний гуманістичний рух суб'єктів навчання, внаслідок

чого вони у відношенні до природи стають все вільнішими, гуманнішими.

Виходячи з посилань Г. Гегеля [18] на основі здійсненого методологічного аналізу процесу взаємодії суспільства з природою (див. п. 1.1) ми виділили *п'ять* послідовних *рівнів формування* у майбутніх фахівців ЦТ *ключової компетентності розв'язувати суперечності*:

– уміння прогнозувати, усвідомлювати кінцеву ціль (за термінологією Г. Гегеля: «благая» ціль (суб'єктивна ціль), протипоставляти дійсності (зовнішній дійсності), яку необхідно обдуманно досягти. Якщо при виборі цілі не буде враховано об'єктивність (за реальність взято надумане, бажане), то ціль буде недосягнутою;

– уміння створювати та відбирати науково обґрунтовані засоби (за термінологією Г. Гегеля): зовнішні засоби, знаряддя (об'єктивне) для досягнення поставленої цілі, шляхом усвідомленого вибору з множини можливих лише ті, які сприяють досягненню цілі з позитивним результатом і попередження негативного впливу неефективних і шкідливих, антигуманних. У засобах досягнення мають бути використані вимоги законів. Якщо засоби не будуть відповідати поставленій цілі, то досягнення цілі набуде суб'єктивного характеру і може привести до помилкових результатів;

– формування практичної спрямованості пізнання на основі особистісно зорієнтованого, діяльнісного, компетентнісного, ресурсного та системного підходів і вибраних для цього засобів досягнення визначеної цілі, що складає цілеспрямовану, доцільну практичність майбутніх фахівців ЦТ, що відповідає гегелівському твердженню, що дії, практика є логічним «заключенням», фігурою логіки. Ефективність практичної діяльності залежить від правильно обраної цілі та засобів її досягнення, коли не виникає суперечності між природою та результатами діяльності суб'єктів пізнання;

– забезпечення постійного аналізу, синтезу й узагальнення проміжних результатів у практичній діяльності майбутніх спеціалістів ЦТ, інженерів-педагогів до цілі, постійна перевірка результатів, з'ясування умов утримання того, що відповідає поставленій цілі, здійснення вчасного відсіювання того,

що суперечить досягненню поставленої цілі, аналіз кінцевих результатів досягнення цілі, удосконалення використаних засобів із метою виокремлення позитивного для формування нових цілей поступального розвитку;

– з'ясування рівнів співпадання суб'єкта з об'єктом (за термінологією Г. Гегеля: співпадання суб'єктивного й об'єктивного, перевірка суб'єктивних ідей, критерію об'єктивної істини) з точки зору розв'язання суперечності, яка виникла на початку руху до цілі. Усвідомлення майбутніми фахівцями цієї суперечності буде сприяти формуванню компетентних спеціалістів, що підготовлені за освітньою програмою: Професійна освіта (Цифрові технології). Лише в процесі практичної діяльності суб'єктів пізнання ціль стає реально досягнутою, а засоби «оживають» [77, с. 62]. Коли досягнута мета, необхідно розібратися з результатом, щоб перевірити самого себе в ході всього процесу пізнання.

Отже, усвідомлення студентами рівнів формування умінь розв'язувати суперечності між знаннями об'єктивних законів природи та їхньою практичною реалізацією в інтересах суспільного виробництва і задоволення особистих потреб людини сприяє ефективній організації процесу навчання. Основною суперечністю такого виду є суперечність між завжди неповним, абстрактним знанням природи, її законів і повнотою, конкретністю існуючого реально предмета, включаючи зовнішнє середовище функціонування. В ході експериментального і теоретичного вивчення предмета природи, зокрема, ФТД суб'єкт пізнання вимушений абстрагуватися від несуттєвого, привнесеного в ідеальній формі, з метою виявити суттєво необхідні поняття, зв'язки, відношення щодо предмета пізнання. Перехід від знань до практичного їх застосування вимагає від студентів їх конкретизації відповідно до умов використання і дії. При цьому відбувається відхід від чистого абстрактного уявлення про предмет і перехід до конкретного, яке відповідало б реальному існуванню предмета у самій природі. Перехід від теоретичного, книжкового знання до необхідності застосувати його у реальному житті ставить перед фахівцем будь-якої спеціальності психологічний бар'єр практичного

характеру. Педагогічний експеримент показав, що таку трудність зазнають 80–85 % майбутніх фахівців ЦТ (додаток В). Перехід від знань до вмінь використовувати знання на практиці складає одну з головних сутностей фахової компетентності спеціаліста.

З філософської точки зору студент має розв'язати суперечність між абстрактним уявленням про конкретний предмет природознавства, техніки, технологій і конкретністю самого предмета [61]. В цьому випадку враховується: сукупність даних досліджуваного практичного процесу; вибираються знання, які безпосередньо відносяться до процесу підготовки інженера-педагога з ЦТ; вивчаються умови функціонування знань з фізики в сукупності даних; здійснюється поєднання зібраних даних, знань та умов; організовується освітній, виробничий чи технологічний процес.

Крім окресленої вище суперечності в реальності має місце суперечність між часовою невідповідністю рівня теоретичного знання та умовами практичного їх використання. На наш погляд, таких суперечностей є дві. Перша полягає у тому, що наука відстає в часі від потреб виробництва, запитів техніки, практики, технологій (нерозвинена наука), а у другому випадку – випереджає реальні запити. Все це впливає на рівень розвитку освіти. Другий випадок надзвичайно важливий для ЗВО.

У випадку розвиненої науки, здатної «забігати» наперед і розкривати для техніки та виробництва перспективи, виникають іншого роду суперечності. Вони полягають у відсутності запитів суспільства на результати наукових досліджень. Практично лише невелика частина наукових здобутків може мати безпосереднє використання, а інша частина залишається у сфері чисто теоретичного знання. Таке знання буде затребуване, але у потрібний момент часу, коли НТП досягне необхідного рівня розвитку. Уникнути цієї суперечності та створити умови для цілком повного використання результатів наукових досліджень у практичній діяльності суспільства мало ймовірно. Тоді вирішувалися б лише ті завдання науки, які спрямовані на задоволення найближчих і поточних запитів практики, та залишалися б поза увагою

стратегічні завдання науки, що пов'язані з перспективами розвитку техніки і виробництва у віддаленій перспективі. Особливість практики полягає у тому, що в ній цілісно зливається суб'єкт і об'єкт, має місце їхня єдність.

Таким чином, на відміну від практики теоретичне пізнання утворює гносеологічний розрив взаємовідношення суб'єкта з об'єктом. З'єднання пізнання з практикою дістало назву «панування людини над природою». Чим більшим буде таке панування, тим більше суб'єкти пізнання будуть усвідомлювати свою єдність з природою, і тим більше суспільство набуде гуманістичних властивостей. З історичної точки зору єдність природи і людини була у первісних людей, потім наступила стадія розчленування і протиставлення людини (суб'єкта) і природи (об'єкта). Кінець ХХ – початок ХХІ ст. характеризується наростанням єдності людини і природи. Практична реалізація вказаного твердження здійснюється під час розвитку в майбутніх інженерів-педагогів ЦТ та інших фахівців екологічної компетентності. На нашу думку, ФТД безпосередньо ґрунтуються на енергетиці [87] і, зокрема, теплоенергетиці і мають формувати у майбутніх фахівців закономірності розвитку цих галузей у напрямі розв'язання визначених суперечностей.

У відносинах людини та природи виділяється два базових аспекти: пізнання основних законів, що покладені в основу процесів природи – науковий аспект; на основі здобутих знань відшукування способів практичного використання з'ясованих процесів і законів природи – технічна сфера діяльності суб'єктів пізнання [18; 32]. В обох випадках людина керується різними цілями на початку їхнього з'ясування і в кінці наближення до їхньої єдності. В результаті виникли духовна (наукова) та фізична (технічна) сторони діяльності майбутніх фахівців ЦТ із своїми системами понять.

Прикладом ускладнення наука–техніка є розвиток теплоенергетики в період промислової революції ХVІІ ст., який розпочався з передумов утворення парової машини. Тепло та механічні джерела (вода, вітер, Сонце) енергії використовувалися людством здавна. Ця проблема набула особливої актуальності незадовго до промислової революції ХVІІ ст. Тоді натурфілософія

та техніка в значній мірі розвивалися відокремлено.

Ми пропонуємо розглянути вказану суперечність на основі принципу історизму. Одним із перших учених, який свідомо намагався теоретично описати експеримент за допомогою приладів був Г. Галілей. Він першим сконструював вимірювач кількості тепла, де не було розділення впливу температури і тиску повітря. Принцип дії термоскопа не ґрунтувався на чітких ідеях і поняттях, а тому не набув поширення. Крім цього на той час були відсутні закони теплових явищ та пневматики, і потреби у приладі не було.

Поняття «тепло» і «холод» сприймалися як реакція органів відчуття на властивості зовнішнього середовища. Виникла множина теорій [85], які визнавали теплоту і холод двома самостійними субстанціями. Лише у XVIII ст. Р. Бойль, Р. Декарт, І. Ньютон, пізніше М. В. Ломоносов розглянули гіпотезу про теплоту як вид руху молекул, проте тоді переконливих доказів не було, й ідея не була сприйнята [85; 115]. До неї повернулися пізніше.

Але на порядку денному постало питання вимірювання теплоти. Тільки після п'яти десятиліть після Г. Галілея засновник вакуумної техніки О. Геріке вдосконалив його термоскоп (термометр): ввів поняття початку відліку, за яке прийняв температуру повітря в період заморозків. Спроби сконструювати термометр мала й флорентійська школа (Г. Амонтон та ін.) [44]. Порівняно вдалим був спиртовий термометр Р. Фаренгейта. Антуан де Реомюр створив спиртової термометр із двома реперними точками та шкалою.

Узагальнив дослідження попередників А. Цельсій (1742) і запропонував робочу рідину для термометра – ртуть та 100-градусну шкалу. Основними точками такого термометра була температура розтавання льоду і кипіння води [116, с. 293] за нормальних умов.

Це був прорив у розвитку техніки. Д. Блек і Дж. Уатт знайшли залежність тиску водяної пари від температури в інтервалі від 0 до 100°C при одній атмосфері та побудували графік [116]. Після побудови досконалого термометра вчені повернулися до дослідження поняття прихованої теплоти плавлення і випаровування. Дж. Блек і Й. Вільке ввели поняття кількості

тепла, температури та питомої теплоти тіл. Все це істотно вплинуло на вдосконалення вимірювальної техніки і створення її теорії [15; 19; 53].

Отже, вивчення поняття теплота з майбутніми фахівцями ЦТ на основі принципу історизму приводить до закономірного винайдення термометрів та їхнього значення для подальшого розвитку науки і техніки.

Впродовж XVII і XVIII ст. вчені вважали, що зміни в металах здійснюються під дією горючості, особливого носія особливої якості [114, с. 6–45]. Мислителі того часу висували різні теорії горіння. Найбільш визнаними були теорії: флогістону, світлової матерії, молекулярного руху, Лавуазьє, субстанціальна та вібраційна, які ми пропонуємо представити у процесі навчання фізики у вигляді структурно-логічної схеми (рис. 1.6) [85; 107; 109].

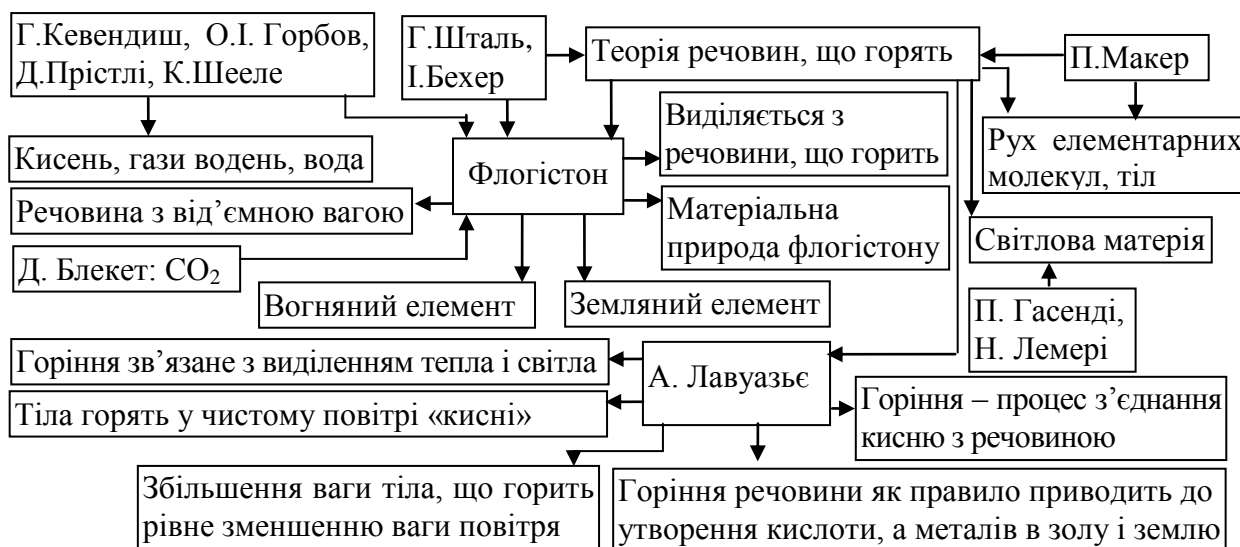


Рис. 1.6. Теорії теплоти

У статті «Догадки і роздуми про природу вогню і світла» надрукованій у 1709 р. Паризькою академією наук Н. Лемері писав, що «Вогнева матерія» – це рідке тіло, особливі властивості якого залежать від швидкості і форми частинок, нагріває світло, нагріває до рідкого стану і плавить тверді тіла (рис. 1.7). Аналізуючи суперечливі експериментальні факти вчений припускав існування ще тоншої матерії, що заповнює собою весь пустий простір і пронизує всі пори речовини [114, с. 67–78]. Його субстанційна теорія тепла включала й атомістичні уявлення.

Г. Бургаве, Х. Вольф, Г. Хамбергер (поставили під сумнів думку Р. Бойля

про вагомість «вогневої матерії»), П. Мушенбрек визнавали матерію вогню. Л. Ейлер же вважав, що головне у вогневій матерії – це запас механічного руху, що звільняється при горінні; вогнева матерія є лише носієм цього запасу руху і нічого більше [44; 114]. Теорію теплоруду визнавали Ф. Бадер, А. Грен, Ж. Делюк, В. Карстенс, Ж. Марат (майбутній лідер Французької революції), М. Пикте, Р. Прево [114]. Кінетичні (коливальні) уявлення про природу теплоти у «Новому органіоні» розвивав Ф. Бекон, у своїх працях – Р. Декарт, Дж. Локк, М. В. Ломоносов (рис. 1.8).



Рис. 1.7. Теорія теплоруду

Кінетичні уявлення про тепло розглядав Р. Декарт («Першоначала філософії», 1644 р.): «В усьому світі існує лише одна матерія: ми пізнаємо її однозначно лише в силу її протяжності» [25, с. 476]. Він сформулював закон збереження кількості руху: «... коли одна частинка матерії рухається вдвічі швидше другої, а ця остання за величиною вдвічі більша першої, то в меншій стільки ж руху, скільки й у більшій з частинок; і що наскільки рух однієї частинки сповільнюється, настільки ж рух якоїсь іншої частинки зростає» [25, с. 485]. Теплота є не що інше як швидкий рух частинок третього елемента, що коливаються (рис. 1.8).

М. В. Ломоносов (1736 р.) під час навчання хімії і металургії у Німеччині у Х. Вольфа, а потім у І. Генкеля обґрунтував нереальність теорії теплоруду (рис. 1.8): «Таким чином, ніякий елементарний вогонь не вривається в неї з води; але скоріше сніг, що розтає від дотику з теплішою водою, діє на сіль, розчиняє її, охолоджується і набуває меншу степінь теплоти, ніж вода, що

переходить у лід» [52, с. 53]. Він запропонував атомістичну теорію теплоти, експериментально обґрунтував закон збереження речовини у хімії (1756).

Отже, студенти спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» під час вивчення ФТД повинні мати уявлення, що суперечності між наукою і теплоенергетичною технікою в період промислової революції XVIII ст. створили передумови до узагальнень різноманітності тодішніх теорій і створення навчальних курсів молекулярної фізики та термодинаміки. Все це спонукало до наближення теорії та виробництва. Домінуючим у цій суперечності є принцип детермінізму. Цей принцип дає можливість пояснити минулі події, передбачати майбутнє, прогнозувати.

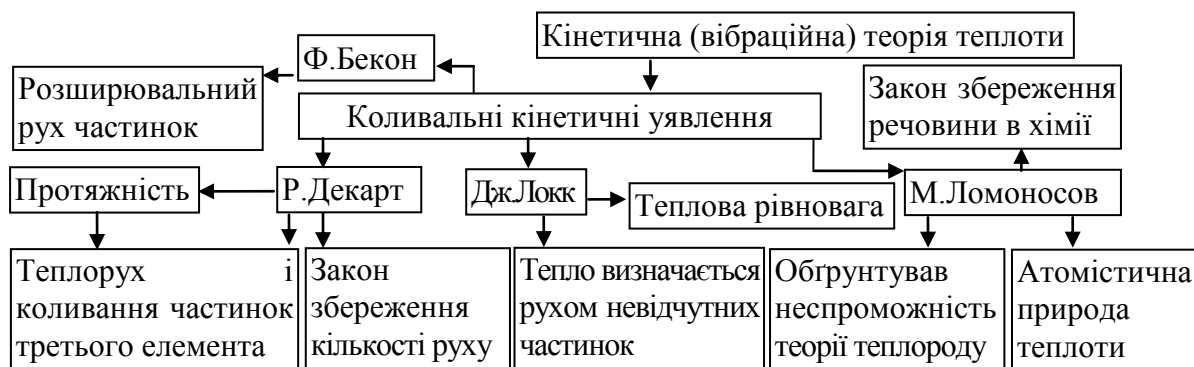


Рис. 1.8. Зародження молекулярно-кінетичної теорії теплоти

Важливим етапом формування фахової компетентності та розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ є дослідження еволюції розв'язання суперечностей у галузі вивчення властивостей пари та газу, що тісно пов'язані з теплотою. Історія пневматики також була затребувана технікою, аналогічно теплоті. Дослідження атмосферного тиску гальмувалися відсутністю вимірювальних приладів. Тому виникали різних теорій: «природа боїться порожнечі» та ін.

Зокрема, М. Мерсенн у середині XVII ст. пояснював роботу насосів теорію гачків: гачками нібито втягували рідину. Реальну пневматику було створено відразу з винайдення Б. Паскалем барометра. Вчений передбачив існування тиску повітря, а Г. Геріке дослідно підтвердив результати досліджень Б. Паскаля й Е. Торрічеллі (у 1643 р. відкрив закон витікання рідини з судин).

Ж. Делюк (1770) визначив коефіцієнт термічного розширення повітря. Вказані відкриття законів і залежностей між поняттями зняли суперечності

між фактами та теоретичними узагальненнями і відкрили шлях до розвитку техніки побудованої на газо- та гідродинаміці, властивостях газів і рідин.

Таким чином, розв'язання суперечностей між експериментальною технікою і теорією теплоти здійснили А. Авогадро, Р. Бойль, Ж. Гей-Люсак, Б. Клапейрон, Е. Маріотт, Д. І. Менделєєв, Ж. Шарль та ін. Вони узагальнили факти і визначили шляхи створення промислової теплотехніки. Здобутки теплотехніки в XVII–XVIII ст. були результатом задоволення потреб суспільства у розширенні видобутку кам'яного вугілля в шахтах, що супроводжувалося відкачуванням рудникових вод і вентиляцією тунелів шахт, а це в свою чергу вимагало створення досконаліших засобів виробництва.

Майбутні фахівці у галузі ЦТ мають дослідити на фактах рух від емпірії до техніки, а від неї до теорії. Зокрема, якраз експериментальні факти з виявлення властивостей пари створювати тиск при кипінні води і виконувати механічні дії, вимагали теоретичного пояснення. Частина вчених вважали, що у паровій машині тиск створює повітря, що виходить з води. Другі – приписували таке деякій особливій субстанції. На той час наукові й технічні знання не могли обґрунтувати таке явище. Емпіричне виявлення цього факту зумовило й емпіричну форму його технічного використання. Так Денн Порта побудував пристрої водопіднімання з використанням пружності водяної пари [35]. Технічний винахід знайшов використання у пристрої Т. Севері, з підйому води з шахт невеликих глибин [15].

Вдалими були результати вдосконалення парових насосів Д. Папеном (1695–1707) у частині конструкції робочої камери у вигляді циліндра з рухомим поршнем [116, с. 206].

Вивчивши конструкцію котла Папена коваль Т. Ньюкомен, що часто відвідував шахти у Вест Кантрі (Англія) спільно з водопровідником і лудильником Дж. Каулі, відділили двигун від насоса і додали противагу й баланс (1712). Це дало можливість відкачувати воду з більшої глибини [15].

Професійний фахівець має усвідомити революційний момент у розвитку техніки, який полягає у застосуванні масивного махового колеса, що

обертається. Відкриття належним чином оцінено лише після створення універсального теплового двигуна.

У подальшому експериментальна база теплових машин накопичувалася і була узагальнена й систематизована Д. Уаттом в період, коли теорія була відсутня. Вчення про теплоту знаходилося на емпіричному рівні [53]. Саме ж вчення про теплоту також перебувало на суто емпіричному рівні. Об'єктом дослідження були, насамперед властивості газів і водяної пари. Спостерігалась наявність великих проміжків часу від моменту постановки завдання до виявлення ідеї його розв'язання. Викликало посилення суперечності між науковими й емпіричними відкриттями та промисловою технікою.

У навчанні ФТД слід відмітити важливу історичну віху в розвитку технічної науки – створення універсального теплового двигуна. Виходячи з закономірностей розв'язання суперечностей розвиток техніки від парових машин Ньюкомена до двигунів Уатта міг йти двома шляхами (рис. 1.9).

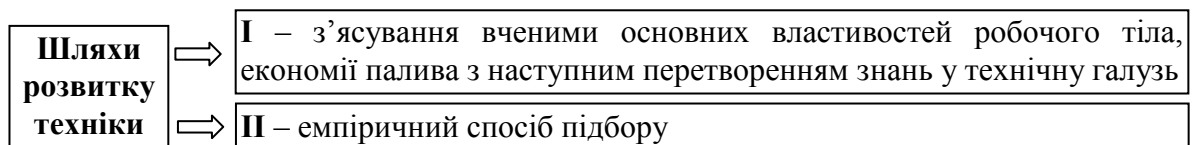


Рис. 1.9. Шляхи розвитку техніки (в період від парових машин Ньюкомена до двигунів Уатта)

Через обмеженість розвитку науки удосконалення техніки відбувалося через накопичення експериментальних фактів. Дослідники намагалися пояснити їх, і тому у другій половині XVIII ст. [77, с. 286] було зареєстровано велику кількість заявок на вдосконалення парових машин створених емпіричним шляхом. Проте виробничі суперечності вимагали створення ефективнішої енергетичної машини, бо розвиток пароатмосферних машин набув гранично можливого ефекту. Про ККД тоді ніхто не знав. Практика вимагала створення універсального теплового поршневого двигуна з маховиком і обертовим рухом.

Такий проект уперше у світі здійснив у 1763 р. російський винахідник І. І. Ползунов. Його тепловий двигун був визнаний як універсальний [15].

Варто вказати, що конструкцій подібних парових двигунів закономірно було багато. Прискорений розвиток промисловості та сільського господарства

змушував винахідників працювати в режимі постійного експериментального пошуку. Тому постала проблема: хто перший з великої кількості винахідників розв'яже назрілу суперечність між практикою та наукою.

Дж. Уатт експериментально прийшов до нової ідеї відділення конденсора від циліндра, застосував золотник, відцентровий регулятор швидкості. Зі старих удосконалень використав відсічення пари як робочого тіла (РТ) та маховика. РТ, як і у попередників, виступала пара із надлишковим тиском. Дж. Уатт був майстром, практичним діячем, але не вченим і, якби обрав перший (науково-теоретичний) шлях розв'язання суперечностей, то на той час не мав би результату. Його машина подвійної дії зі зворотно-поступальним рухом була запатентована у 1784 р. Теорія роботи такого двигуна була розроблена тільки всередині XIX ст. Таким був розрив між розвитком науки й експериментальною технікою, між суб'єктом і об'єктом пізнання.

Теоретичними питаннями займалася незначна частина вчених.

І. Ньютон у 1684–1686 рр. підготував «Математичні начала натуральної філософії», у 1680 р. розробив проект реактивного візка на базі парового котла.

М. І. Кибальчич у 1881 р. накреслив проект апарату, який був прообразом сучасних пілотованих ракет. Застосування реактивного руху здійснили китайці ще у XIII ст., запозичивши принцип руху восьминогів, вони використовували його для феєрверків і бойових дій. Згодом праці С. П. Корольова та К. Е. Цюлковського сприяли розвитку ракетної та космічної техніки. Винахідник Г. Лаваль у 1889 р. сконструював першу парову турбіну, а В. фон Сіменс – перші електричні машини. Іоанн Ліпперсгей є винахідником оптичних інструментів, А. Страдіварі є неперевершеним виробником скрипок та ін.

Таким чином, у XVII–XVIII ст. суперечність між технікою і наукою розширилася і поглибилася, так як техніка змушена була вирішувати питання вдосконалення конструкцій, насамперед, енергетичних машин, вимірювальних приладів, підвищення їхньої продуктивності праці, економності та надійності. В ході досліджень винаходів і теоретичних розробок того часу ми виокремили наступний шлях подолання головної суперечності: величезний розрив між

об'єктом та суб'єктом пізнання неминуче має привести до безпосередньої їхньої взаємодії, до поєднання наукових і технічних досліджень, до створення науково-виробничих підприємств, а відповідно концернів, об'єднань.

Закономірно у навчанні ФТД є знання факту, що сполучення парової машини з паровою турбіною й енергетичною машиною забезпечило різкий розвиток техніки і не могло не вплинути на всі інші галузі виробництва. Одночасно відбувається зворотній процес впливу: застосування парових двигунів сприяє такому прискоренню розвитку технологічних машин, що існуючі парові двигуни (енергетичні машини) перетворюються у гальмівний фактор, що спонукає їхнє якісне вдосконалення. Усвідомлення студентами ЗВО такого виду типових суперечностей часів промислової революції є важливою рушійною силою формування їхньої фахової компетентності. Факт спонукання науки до активного вивчення й узагальнення накопиченого експериментального матеріалу, привів до створення теорій теплових машин. У ХІХ ст. широко розпочалися наукові теоретичні дослідження.

У цьому зв'язку особливе місце у професійній освіті належить ЦТ. На нашу думку, фахівці професійної освіти з ЦТ мають з'ясувати момент, що *на порядок денний постали задачі практичного характеру*: розвиток теорії міцності та створення нових конструкційних матеріалів, бо закономірною стала тенденція зростання тиску пари, зміна об'єму та конструкції парового котла в напрямі до зменшення діаметра циліндра.

Декілька століть революційний характер має вплив тиску пари на всі технології виробництва. Проте у ХVІІІ–ХІХ ст. необхідно було виконувати розрахунки. За тривалий період складалася створена емпірична система формул для розрахунків міцності, потужності парових котлів. Відповідно спектр теплотехнічних параметрів прискорено розширювався, було введено нові властивості водяної пари: в'язкість, густина, теплота пароутворення.

Інженери Г. Гірн, В. Реньо (склав таблицю пружності насичених парів за різних температур та інші характеристики), Г. Роуланд, Т. Тредгольд (описує систему парового опалення високого тиску для оранжерей) у ХІХ ст.

здійснили теплові дослідження газів, рідин і твердих тіл, чим сприяли створенню науки про теплоту. Намагання усунути суперечність між емпірією та теорією привело до висновку, що пара, як РТ, буде використовуватися у техніці поки її замінить інше РТ [44; 85; 115], що стане поштовхом для нової НР. Ми пропонуємо в навчанні ФТД привести студентів до висновку, що перехід до дійсно наукової парадигми було здійснено у праці С. Карно «Роздуми про рушійну силу вогню і про машини, здатні розвивати цю силу» в 1824 р. Він наголошував на необхідності розвитку теорії теплоти [44; 116]. Постала теоретична суперечлива проблема: чи існує межа для можливих поліпшень, межа, яку природа речей заважає переступити будь-яким способом, чи існують агенти кращі за водяну пару. Таке завдання С. Карно вирішив шляхом удосконалення парової машини на основі законів Бойля-Маріотта, Гей-Люсака, Шарля. Теорія С. Карно ґрунтувалася на трьох принципах:

- температура пари (газу) повинна бути спочатку якомога вища, щоб отримати значний розвиток рушійної сили;

- охолодження у резервуарі після надходження відпрацьованої пари має бути якомога більшим;

- перехід пружного тіла від вищої температури до нищої повинен відбуватися від збільшення об'єму, а охолодження газу має проходити самостійно і незалежно від його розширення. Зниження температури забезпечує відповідне зменшення об'єму.

Революційним було те, що С. Карно відмовився від виокремлення певного РТ, ввів поняття ідеального газу і визначив закони його поведінки. В цьому полягає революційність ідеального газу. Впродовж 1842–1850 рр. це поняття було теоретично обґрунтовано й експериментально перевірено Дж. Джоулем, А. Кольдингом, Е. Ленцом, Р. Майєром.

Після опублікування результатів роботи С. Карно, завдяки узагальненням експериментів зроблених Б. Томсоном і Г. Деві поставлено питання про відмову користуватися теорією теплоруду. Ці суперечності між суб'єктом і об'єктом на порядок денний розвитку науки поставили завдання створення

нових галузей у теплотехніці – термодинаміки та статистичної теорії.

Уміння розуміти майбутніми фахівцями ЦТ у ході вивчення ФТД ходу думки вчених на «крутих віражах», який зробив С. Карно у становленні науки, буде сприяти розвитку в них ІЦК.

НТП вимагав від дослідників революційних змін у теорії пізнання на шляху подальшого процесу інтеграції накопичених фактів. На порядку денному науки постало завдання відкриття фундаментального закону природи – закону збереження і перетворення енергії. До цієї події різними шляхами прийшли Г. Гельмгольц (лікар), Д. Джоуль (пивовар), Р. Майєр (лікар). Цьому сприяли роботи Л. Больцмана, Р. Декарта, Л. Ейлера, С. Карно, М. В. Ломоносова, М. Фарадея та ін. [19]. Їхні думки інтегрували накопичені суперечності. Найбільш вдало здійснили узагальнення Г. Гельмгольц, Д. Джоуль і Р. Майєр.

Про здатність водяної пари виконувати механічну роботу йшлося століттями, починаючи з перших парових машин. Але більше двох століть наука не усвідомлювала і не обґрунтовувала цей факт. Виникла іншої якості суперечність між експериментальними фактами і науковими узагальненнями на принципово новій основі, яку відображає закон збереження енергії.

Таким чином, основні пізнавальні труднощі дослідників XVIII–XIX ст. полягали у тому, що винахідники всі технічні проблеми вирішували емпіричним методом. Відповідно технологічні прийоми вироблялися самою технікою, яка була рушійною силою не лише виробництва, а і науки. Закономірно у XIX – на поч. XX ст. набули поширення і розвитку експериментально сконструйовані поршневі парові машини, холодильні машини, парові (газові) турбіни, водяні насоси, водяні та вітрові млини.

Під час навчання ФТД особливої уваги набувають винаходи ери закону збереження енергії. Ж. Ленуар та Н. Отто, Р. Дизель запровадили нову еру в транспорті, у промисловість, побуті. Виникло нове РТ для двигунів.

Французький інженер Ж. Ленуар у 1860 р. побудував перший у світі двотактний двигун внутрішнього згорання з ККД 5 %. На емпіричній основі у цьому ж році разом із Н. Отто створив фірму з випуску двигунів для

трюхколісного восьмимісного екіпажу – типу дирижабля.

У 1878 р. німецький винахідник Н. Отто вперше сконструював чотиритактний двигун внутрішнього згорання на бензині з ККД 16 %.

У двигуна Р. Дизеля паливом стала солярка, у стиснутому поршнем стані у циліндрі, загоралася самостійно внаслідок самоорганізуючого процесу.

Показовим для студентів є стиль життя технічних мислителів того часу, які свою наукову діяльність вбачали у розв'язанні суперечностей. Таких винахідників було багато, які не могли жити спокійно і постійно намагалися розв'язати технічні та наукові суперечності. Виникла потреба у нових конструкційних матеріалах, у нових видах сталей, чавуну, сплавів. Це був революційний поштовх у машинознавстві, механіці, термодинаміці, електротехніці, оптиці. Техніка більш прискорено стала «онаучуватися», втрачати свої попередні емпіричні позиції, що сприяло надійності технічних витворів.

Закономірності усунення суперечностей спонукали науку до теоретичних узагальнень. Теоретичні основи термодинаміки ХІХ ст. розв'язували частину накопичених суперечностей: обґрунтовано побудову термодинамічних циклів; визначено основи теорії і математичну модель (формули) для обчислення ККД; визначено шляхи підвищення ККД; вивчено поведінку парів і газів при різних температурах. У результаті створено термодинамічні діаграми, теплотехнічні розрахунки, сформульовано перше (закон збереження енергії) та друге начала термодинаміки, яке сформульовано в результаті розв'язання суперечності перетворення тепла на роботу за максимального ефекту.

Ми пропонуємо зробити акцент у навчанні студентів, що наступні дослідження зводилися до розв'язання нового типу суперечності співвідношення теплоти і роботи у машинах та неможливості перетворення теплоти в роботу без компенсації. Твердження, що «перетворення здійснюється з втратою» привело до нових суперечностей. Їх розв'язували ряд учених, і у цьому ще не зроблено остаточного висновку й нині.

Починаючи з другої половини ХІХ ст. розвитку набула теоретична наука. Вважається, що Р. Клаузіс (1850) розв'язуючи вказані суперечності

першим сформулював друге начало термодинаміки [116].

М. Планк, В. Томсон (1852) довели, що неможливо створити періодично діючу машину, призначення якої зводиться до підняття вантажу чи охолодження резервуара [94]. У подальшому Д. Гіббс (1876–1878) запропонував закон зростання ентропії. Л. Больцман (1877) виявив зв'язок між ентропією і статистичною вагою макростану фізичної системи [44].

У кінці XIX ст. проблему другого начала термодинаміки розв'язували Г. Гельмгольц (1884), В. Освальд (1892), М. М. Шиллер (1887–1910). Вони обґрунтували недоцільність розглядати колові процеси, а замість них ввели поняття ідеального газу [19, с. 209–212].

Т. Афанасьєва-Еренфест (1925) друге начало термодинаміки розглядала у вигляді двох незалежних складових: існування ентропії й абсолютної термодинамічної температури; досліджувала закон зростання ентропії [85; 115].

М. І. Білоконь (1954) вивчав друге начало термодинаміки з наступних позицій: «друге начало термостатики» як принцип існування абсолютної термодинамічної температури й ентропії; «друге начало термодинаміки» як принцип зростання ентропії в нерівноважних системах; ввів поняття постулату незворотності обґрунтування принципу існування ентропії [8].

Трактування другого начала термодинаміки вказаними вченими в кінці XIX – початку XX ст. уже не відповідали принципу існування ентропії і містили нечітку вказівку на незворотність термодинамічних явищ. Виникла чергова суперечність зворотності та незворотності теплових явищ, яка була розв'язана у теорії самоорганізуючих систем Г. Хакеном і привела до виникнення синергетики. У 1979 р. І. Пригожин одержав Нобелівську премію за дослідження нерівноважних термодинамічних систем далеких від рівноваги, які можуть трансформуватися у часові та просторові структури [90].

Таким чином, здійснений нами аналіз досліджень проведених у період з XVII до початку XXI ст. свідчить про постійне виникнення неперервного ланцюга суперечностей, які послідовно виникали і розв'язувалися в ході еволюції техніки та науки, а відповідно і технічних дисциплін. XX ст.

характеризується й активним проникненням термодинаміки в інші науки.

З розвитком криогенної техніки на початку ХХ ст. виникла можливість досліджувати суперечливі властивості речовин при дуже низьких температурах. Це дозволило сформулювати третій закон термодинаміки.

Рівноважна термодинаміка є наукою початку ХХ ст. Дослідження другої половини ХХ ст. зосереджувалися на властивостях нерівноважних та відкритих систем, вивченні процесів переносу, релаксації, самоорганізації. Виникла теплотехніка і навчальна дисципліна як галузь практичного застосування термодинаміки. У цей період зародилася якісно нова форма взаємозв'язку науки і техніки. Цей взаємозв'язок збережено донині.

Таким чином, закономірним є те, що суперечність між наукою та технікою виникає в процесі розв'язання суперечності між емпіричною формою розвитку техніки і теоретичним змістом самої техніки. Ми вважаємо, що такий підхід має бути використано у методиці навчання ФТД педагогічних ЗВО. У посібниках із фізики, технічної механіки, теплотехніки та інших дисциплін [8; 11; 26; 35; 39; 46; 47; 49; 50; 55; 56; 67; 68; 102; 103; 119] не наголошено увагу на ролі *робочого тіла* у теплових машинах. Таке поняття взагалі не розглядається як основне у робочих теплових машинах. Але ж ще С. Карно поставив під сумнів існування лише одного РТ – водяної пари. Еволюція пошуку інших видів РТ приводить до формування нових галузей енергетичної техніки. Цей пошук може мати емпіричний, або науковий чи одночасно емпірично-науковий технічний характер.

Вода як РТ у млинах визначає макрорівень природи, що виключає емпіричне вивчення його сутності. В ході пошуків було знайдено інше РТ у вигляді водяної пари, яке підлягає опису статистичними та термодинамічними законами. Таке РТ у теплових машинах проявляє себе на рівні макросвіту, а тому дозволяє емпірії досліджувати і використовувати його.

Конструктивні вдосконалення парових машин упродовж усього історичного періоду їхнього існування забезпечувалися емпіричними формами розвитку і дозволяли підвищувати ККД адекватно видозмінам РТ. Емпіризм економічно

виправдовував себе. Коли ж вдосконалення набули граничних можливостей, стали шукати їхню причину в розкритті внутрішніх закономірностей РТ, яким була пара. Інженери того часу зробили висновок, що подальше вдосконалення парових машин на емпіричній основі себе вичерпало. Суперечність між емпірією та технікою переросла у суперечність між наукою та технікою. Виникла термодинаміка з її фундаментальними закономірностями і стала давати інші рекомендації інженерам у побудові техніки. Увага техніки почала бути прикутою до термодинаміки, яка вивчала сумарні властивості РТ – пари й її видів і була в змозі давати рекомендації для перспектив розвитку техніки. Відповідно визначалися шляхи подальшого вдосконалення парової машини спрямованої на досягнення максимального механічного ефекту.

Розвиток промислового виробництва ХХ ст. вимагав розробки теорії течії та витікання пари і газів, конструювання потужних парових і газових турбін. Проте математичної моделі опису турбулентної течії, в основу якої можна було б покласти експериментальні результати, апріорні постулати чи гіпотези так до цього часу і не створено. Застосовуються технічні розробки О. Рейнольдса [49], який рух водяної маси розглядав із двох точок зору: орієнтація на «середній», а друга – на «відносний молекулярний рух». Відносний молекулярний рух розглядався як аналогія з тепловим рухом молекул, чим окреслено науковий напрям, що дістав назву статистичної гідромеханіки.

Вказану проблему намагалися здолати вчені впродовж останніх двох століть у формі створення замкнутої системи рівнянь. Частина з них прийшли до висновку, що визначений статистичний підхід є тупиковим. Це привело до розробки феноменологічних підходів комбінації теоретичних уявлень і експериментальних результатів. Ще й нині використовується підхід Г. Лоренца і Л. Прандтля (1926), в основу якого покладено процес переносу імпульсу сили тертя між шарами турбулентного потоку [15; 116]. Вони започаткували науку – технічну термодинаміку, яку далі розвивали В. Джона, Р. Мольє, Л. К. Рамзін і В. Ранкін [116, с. 229; 127] та ін. У такий спосіб визначалися умови розвитку парової техніки та промисловості, яку задовольняв обертовий

механічний вихід РТ. Виникла суперечлива проблема: що робити з традиційним РТ? Чи повністю воно вичерпало свої можливості?

Отже, визначені суперечності у розвитку теплотехніки доцільно використати у навчанні у ЗВО відповідних розділів курсу фізики (термодинаміка, основи молекулярно-кінетичної теорії, статистичні закономірності, теплові двигуни) та технічних дисциплін (теплотехнічні вимірювання та метрологія, теоретичні основи теплотехніки, нетрадиційна теплоенергетика, теплові насоси), що забезпечить формування матеріалістичного світогляду майбутніх фахівців ЦТ здатних до навчання впродовж усього життя.

1.3. Еволюція розв'язання електромеханічні суперечностей у навчанні фізики і технічних дисциплін

Парова техніка XVIII–XIX ст. була енергетичною основою промислової революції і все більше не задовольняла НТП через суперечність у розвитку самого НТП. Розвинена промисловість вимагає індивідуалізації механічних приводів. Таке стає можливим на основі іншого РТ, яке використовується у новому типі машин, де рушійною силою є електродвигун, принцип дії якого ґрунтується на властивостях нового РТ – електромагнетизмі.

Майбутні фахівці ЦТ мають усвідомити методичну закономірність, що суперечності між наукою та водяними, вітровими, паровими машинами, з винаходом електромагнетизму, а відповідно і електродвигуна, привели до створення нового типу комбінованого РТ (рис. 1.10): енергія води + турбіна + генератор електричного струму + електродвигун (інші споживачі) + енергія пари, газу + турбіна + генератор електричного струму + електродвигун (інші споживачі) + енергія вітру + турбіна + генератор + акумулятор. Спільним у такому РТ є турбіна + генератор електричного струму + електродвигун (інші споживачі). Крім перерахованих, джерелом первинної енергії можуть бути геотермальні, геліотермальні, аеротермальні, біогази та ін. Це приводить до виникнення суперечностей між новою електромагнітною теорією і системою технічних установок і самою технікою. Не дивлячись на принципову

відмінність науки і техніки заснованої на використанні води, пари та науки і техніки заснованої на електромагнетизмі єдність визначених об'єктів окреслюється спадкоємністю у науково-технічному розвитку. Сутність полягає у тому, що наука електромагнетизму і техніки не відкидають попередніх досягнень, а навпаки об'ємно включають їх у себе й у такий спосіб набувають прискореного взаємопов'язаного розвитку. Електромагнітне поле у порівнянні з парою є глибшим рівнем матерії. Внутрішня природа такого поля ще більше прихована від обмеженої здатності емпіричного розуму, проте воно, як і пара, проявляє себе у взаємодії з макротілами і відкриває експерименту необмежений простір для використання. На початковому етапі розвитку електромагнітної техніки переважала емпірична форма її створення та використання. Історія практичного використання електромагнетизму докорінно відрізняється від історії водяної, вітрової та парової машини. Є фактом, що теоретичне дослідження пари, як РТ, здійснювалося вже після конструювання і введення у практику парової машини. Практика конструювання та використання електричних машин уже мала значний теоретичний доробок зроблений А. Ампером, А. Вольта, Г. Деві, Г. Омом, В. В. Петровим [30]. Особлива роль у цьому належить теоретичним роботам Дж. Максвелла та М. Фарадея [85].

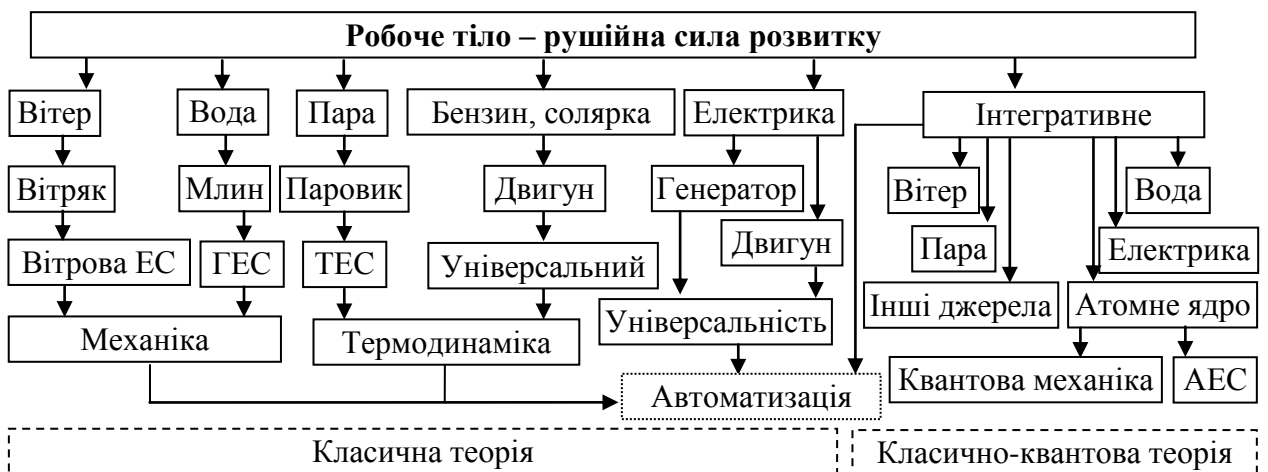


Рис. 1.10. Схема інтегрованого робочого тіла

У ході навчання технічним дисциплінам з'ясовується, що на відміну від співвідношення у розвитку науки і техніки пари, електромагнітна наука розвивалася паралельно з технічними завданнями промислової практики (рис. 1.10). Зокрема, промислові завдання розв'язувалися одночасно з

визначенням технічних умов генерації й передачі струму на великі відстані, його трансформації та ін. Як і у випадку з водою та парою, еволюція електромагнетизму в практичному його використанні проходить шляхом постійного вдосконалення від постійного до змінного, однофазного, двофазного, трифазного, багатofазного струму різної частоти та ін. [19].

Підручники та посібники з ФТД [8; 11; 26; 28; 35; 37; 39; 46; 47; 49; 50; 55; 56; 67; 68; 94; 101; 102; 103; 118; 119] містять інформацію, де стверджується, що електромагнітна теорія Фарадея-Максвелла закріпилася і буде панувати на теренах техніки. Але не показано, що з розвитком досліджень, як і у випадку з парою, виникли суперечності й у самій електромагнітній теорії, й у взаємовідносинах електромагнетизму і техніки. Гостра суперечність виникла у розвитку поняття: що таке світло – хвиля чи корпускула. Електромагнітна теорія не змогла повною мірою пояснити наведені експериментальні факти, виявлені Х. Ллойдом, О. Френелем, Т. Юнгом та ін. [50]. Стара теорія виявляє гострі суперечності, й у цьому її неоціненна послуга. Розвиток класичної електромагнітної теорії, теорії електрона на основі експериментальних спостережень (катодні промені, розподіл енергії у спектрі абсолютно чорного тіла, фотоэффект, радіоактивність тощо) значно наблизив науку до дослідження атома і «зупинився» перед ним. Зусилля А. Бекереля, Н. Бора, Г. Лоренца, М. Планка, А. Пуанкаре, Е. Резерфорда М. Склодовської-Кюрі, та ін. пояснити нові експериментальні факти класичною фізикою не увінчалися успіхом. Розв'язання цієї суперечності потребувало зміни самого об'єкта дослідження, створення РТ нової якості (рис. 1.10).

Лише у ХХ ст. на основі розвитку техніки (оптичної, рентгенівської, радіотехніки, астрономічної техніки) та накопичених теоретичних гіпотез, принципів Н. Бора, Л. де Бройля молоді вчені нової генерації М. Борн, В. Гейзенберг, П. Дірак, П. Йордан, І. Є. Тамм, В. О. Фок, Я. І. Френкель, Е. Шредінгер [85; 86; 115] створили квантову механіку електрона в атомі. Вдалося пояснити корпускулярно-хвильовий дуалізм.

Для успішного навчання важливо, щоб у посібниках із ФТД [8; 11; 26; 28;

35; 37; 39; 46; 47; 49; 50; 55; 56; 67; 68; 94; 101; 102; 103; 118; 119] зазначалося, що внаслідок переходу від одного рівня науково-технічного розвитку РТ, як рушійної сили, до другого виокремилася закономірність: попередній рівень не лише формує суперечність, а й створює умови та формальний апарат для її розв'язання. Нова електромагнітна теорія відразу не може відобразити суперечливий об'єкт у незмінній цілісності. Вона починає здійснювати свою еволюцію з виокремлення різних сторін самого об'єкта – комбінованого РТ та його суперечностей, чим забезпечується аналітична диференціація об'єкта дослідження. Виділяються не тільки протилежні сторони суперечностей об'єкта, а й кількісні та якісні його сторони, що складають внутрішню структуру і зміст цієї реальності. Після цього розробляються прийоми і способи дослідження відповідної сторони об'єкта. Далі розкриття властивостей об'єкта приведе до створення його цілісності. Тоді загалом на вищому рівні розвитку наукового пізнання розкриваються реальні суперечності об'єкта. Розроблений нами підхід приводить до об'єднання взаємовиключаючих віток пізнання в одну науку. Цьому сприяє не лише формальний математичний апарат, розвиток ІКТ, моделювання, а й історико-технічне створення комбінованого РТ. Чим потужнішим воно буде, тим перспективнішим буде його формалізм. Так електродинамічна парадигма виступає як математичне обґрунтування зв'язку двох рівнів матерії: атомного ядра й електромагнітного поля. У мікросвіті зміст фізичного формалізму часто є незрозумілим, тому не одержує відразу визнання майбутніми фахівцями. З часом наукове пізнання збагачується і стає зрозумілішим (буденнішим). Завдяки експерименту формалізм втрачає свій первинний абстрактний облік наповнений фізичним змістом, формується у цілісну теорію, здатну здійснити кількісно-якісну оцінку ситуації. Як результат, у свідомості майбутніх фахівців педагогічної галузі формується нова теорія досліджуваного об'єкта, відповідно досягається новий рівень наукового і технічного освоєння природи. Побудована на науковій основі нового РТ енергетична техніка цьому приклад.

Винайдення електродвигуна сприяло розвитку автоматизації досліджень,

виробництва, побуту (рис. 1.10). Одним із елементів компетентності майбутнього фахівця ЦТ є розуміння та здатність реалізувати поняття автоматизації виробництва, яка передбачає постійну неперервність розвитку виробництва і високу точність здійснюваних процесів. Автоматизація не повинна базуватися на інерційних електродвигунах, громіздкій механічній системі управління виробничими операціями. Автоматизація виробництва висуває проблему розв'язання основної суперечності між наукою і технікою у частині неперервності та точності всього високотехнологічного процесу. Вказана суперечність розв'язується створенням засобів, де використовується електромагнітне поле в якості технологічного й інформаційного РТ на атомних і субатомних рівнях. Перед технікою відкриваються горизонти мініатюризації інформаційних пристроїв та небаченого збільшення швидкості їхньої роботи.

Нині у розвитку виробництва є НТП освоєння електромагнітного поля, який все більше заглиблюється в атом. Тому майбутні фахівці професійної освіти сучасний етап розвитку науково-технологічного процесу пов'язують з новою суперечністю, в основі якої лежить суперечність між пізнанням та використанням атома, між атомною наукою й атомною технікою.

У ході навчання ФТД студенти усвідомлюють, що практична реалізація використання атомної техніки розпочалася ще на початку ХХ ст. Для атомної енергетики цей період відноситься до 40-х років ХХ ст. Практичне освоєння ядерної енергії виявилось складним. У 1905 р., коли загальновідомою стала СТВ Лоренца-Пуанкаре-Ейнштейна-Мінковського, класична фізика збагатилася знаннями про відносні та абсолютні величини. З'ясувалися умови, коли одні й ті ж фізичні величини є абсолютними (у Ньютона – простір, час, маса; в Ейнштейна – швидкість світла), а коли відносними (у Ньютона – швидкість; у Ейнштейна – простір, маса і час). Вказані умови зняли суперечність у межах класичної фізики. Важливим є наслідок із СТВ про залежність маси тіла від його швидкості. Цьому передували роботи П. М. Лебедева, Дж. Максвелла, Д. І. Менделєєва, Дж. Дж. Томсона, М. Фарадея [116] та ін. Вказані вчені одержали вираз для енергії $\Delta E = \Delta mc^2$.

В електромагнітній теорії Дж. Максвелл (1864) та його учні висловлювались лише про теоретичну її значимість. Їм не вдалося побачити в їхньому творінні нове РТ для техніки.

У 30-х роках ХХ ст. було відкрито великі енергетичні можливості ядра атома. До цієї роботи долучилися Е. Резерфорд з Англії, І. Жоліо-Кюрі з Франції, Е. Фермі з Італії, Л. Майтнер разом з О. Ганом з Берліна, А. К. Вальтер, І. В. Курчатов, Г. Д. Латишев, К. Д. Синельников, І. Є. Тамм із Харкова. Вони стали замислюватися над можливістю одержати нове РТ для нової енергетичної машини. Одержані наукові результати з пояснення будови атома привели до теоретичного обрахування енергії зв'язку ядра, яка може вивільнятися.

Розщеплення ядра атома літію українськими вченими А. К. Вальтером, Г. Д. Латишевим, О. І. Лейпунським і К. Д. Синельниковим у 1932 р. в Українському фізико-технічному інституті у Харкові проведені пізніше на два місяці після Д. Кокрофта й Е. Уолтона у Кевендиші підтвердило співвідношення $\Delta E = \Delta mc^2$ та квантову механіку, відкрило шлях використання нового РТ до ядерної енергетики [53; 85; 115] (рис. 1.10).

Висока енергетичність ядерних процесів розкриває перспективність у можливому технічному використанні цієї енергії на благо суспільства двома шляхами: за рахунок синтезу легких ядер; за рахунок розщеплення важких ядер із ослабленими внутріядерними зв'язками.

Студенти мають усвідомити не лише історичні факти вивільнення атомної енергії. Для керованого вивільнення і використання ядерної енергії необхідно віднайти нове РТ. У доатомній енергетиці РТ виявлялося експериментально. Основною передумовою використання атома, як РТ виступила теорія. У першому та другому випадках мають місце різні за характером і природою суперечності між наукою та технікою. У першому випадку – теорія парової машини на два століття відстає від практики її конструювання. Теорія електричних машин виникла також значно пізніше порівняно з практикою їхніх конструкцій і виготовлення. У вказаних випадках емпіричні аспекти були провідними. Наука навздогін пояснювала технічні

конструкції, створені емпірично.

По іншому було з появою атомної енергетики. Тут відразу після відкриття природної радіоактивності в солях урану (А. Бекерель) в 1896 р., а у 1898 р. у торію (М. Склодовська-Кюрі), слідували теоретичні й експериментальні дослідження Е. Резерфорда, М. Склодовської-Кюрі та ін. Дослідження науковців показали енергетичну властивість ядер, що діляться [53; 85; 115].

У ході формування компетентного інженерно-педагога виникає думка: в який спосіб можливі перспективи використання атому як РТ? Вона реалізувалася лише через 40 р. після встановлення факту енергетичного ефекту. Тут спрацював принцип доповнювальності Н. Бора. РТ з вивільнення енергії атома є комбінацією й доповненням до традиційних видів РТ.

Отже, у ході навчання ФТД фахівців «Професійна освіта (Цифрові технології)» слід вказати на ґрунтовну різницю між енергетичною доатомною технікою та енергетичною атомною технікою: перша використовує емпірично раніше знайдене РТ. У другому випадку виникнення нового РТ підготовлено розвитком науки, підтверджене експериментально. Доатомна техніка йде попереду науки, а атомна техніка знаходиться у глибокому ар'єргарді наукового розвитку. НТП базується на обох підходах.

Причина такого співвідношення криється у специфіці атомного ядра, яка полягає у тому, що не можна мікросвіт сприймати через емпіричну форму розвитку техніки. Передумовою НТП в цьому випадку є її наукова оцінка, рівень перетворення науки у форму розвитку техніки. Має місце закономірність про зростаючу роль науки у суспільно-історичній практиці, де залишаються елементи емпірії, що охоплюють виробничу діяльність людини.

Швидкі темпи з'ясування суперечностей у теорії та практиці дослідження фізики атома та фізики високих енергій сприяли появі в тогочасних підручниках з фізики напівемпіричних теорій природної та штучної радіоактивності, ізотопів, принципу роботи ядерного реактора та ін. Вивчення ж ідей квантової механіки залишалось на невисокому науковому рівні. Шкільна реформа фізики 1969–1973 рр. сприяла впровадженню нових

психолого-педагогічних та методичних ідей. Проте зміст і методика навчання квантової механіки залишався на рівні 30-х рр. ХХ ст. в розділах «Оптика» (квантові властивості світла) та «Атом і атомне ядро». Аналогічно квантова, атомна, ядерна фізика й елементарні частинки вивчалися й у ЗВО.

Виходячи з низки визначених нами суперечностей, які розв'язували науковці, винахідники, виробничники, освітяни та все суспільство загалом, у цей же період психолого-педагогічні школи Л. С. Виготського [16], О. М. Леонтьєва [123], С. Л. Рубінштейна [81] досліджували процес мислення суб'єктів навчання в оволодінні, насамперед, методології нових знань та з точки зору процесу розв'язування навчальної проблеми.

А. М. Алексюк, В. В. Давидов, Г. С. Костюк, А. Кроуфорд, І. Я. Лернер, Д. Макінстер, С. Метьюз, І. П. Павлов, В. Саул показують, що успішне засвоєння нової якості і рівня знань є процесом розв'язування освітніх проблем. Відповідно ця ідея покладена в основу методів навчання. Проте в міру накопичення нових суперечностей між наукою та технікою, а відповідно і між суб'єктом та об'єктом навчання виникла необхідність пошуку нових психолого-педагогічних знахідок у навчанні студентів. Сформована ідея асоціативно рефлексивної концепції навчання, створена теорія розвивального навчання, технологія критичного мислення, де рушійною силою є розумова діяльність – «рух думки», окреслення перед суб'єктами навчання «фази виклику» як засобу мотивації. Правильно сформульоване запитання викликає ефект у створенні проблемної ситуації і окреслення шляхів її розв'язання [1; 16; 17; 51; 66].

На основі проблемного та розвивального навчання В. В. Давидов та Д. Б. Ельконін створили Концепцію «вміння навчатися», де на основі критичного аналізу суперечностей у наукових відкриттях у студентів формується здатність до самовдосконалення, саморозвитку, самопізнання. Їхня навчальна діяльність є певним квазідослідженням. Виходячи з ідеї вивчення змісту фізичних ідей як неперервного розв'язання суперечностей ми пропонуємо надавати студентам загальніші наукові проблеми у напрямі

прогнозування подальшого ходу учіння та пояснення процесу чи явища. Такий підхід сприяє усвідомленню сутності фундаментальних фізичних суперечностей, які виводять думку студента на узагальнення та продуктивну пізнавальну діяльність. Зокрема, аналіз основної суперечності термодинамічної системи рівність-нерівність логічно приводить до висновку про статистичний зміст законів термодинаміки. Тоді у студентів самовільно виникає потреба у з'ясуванні шляхів подолання виявленої суперечності через самостійний пошук додаткових характеристик: термодинамічні потенціали, функції стану макросистем і самостійного усвідомленого з'ясування умови встановлення рівноваги і стійкості термодинамічних систем. У цьому випадку співвідношення Максвелла студенти встановлюють успішно долаючи виявлені суперечності. В основі такої пізнавальної діяльності покладено спостереження, порівняння, аналіз і синтез емпіричних даних, систематизація, моделювання, фізичні абстракції, з'ясування причинно-наслідкових зв'язків, умовиводи. Задіяння вказаних психолого-педагогічних показників приведе до успішного розв'язання будь-якої суперечності [24; 124]. Тут визначальну роль відіграють діяльнісні психолого-педагогічні чинники якостей особистості: мотиви, воля, мислення, пам'ять, сприймання, уява, темперамент та ін., без яких пізнавальна діяльність студента не буде ефективною.

Закономірно впливає висновок про доцільність введення у зміст посібників із ФТД поняття РТ як фундаментального поняття, навколо якого генеруються знання розділів ФТД, і відповідно сформулювати методикау їхнього навчання на новій основі. Особливого значення це поняття має для атомної енергетики. До 1932 р. конструювалися технічні установки, метою яких було здійснити поділ ядра для перевірки принципової можливості такого дійства й енергетичної ефективності. Далі ставилося завдання реального вивільнення цієї енергії для потреб суспільства. З цим значна частина вчених не погоджувалася. Вони не вбачали перспективи виявлення нового РТ.

К. Д. Синельников, І. Є. Тамм, Е. Фермі починаючи з 30-х років ХХ ст. працювали над цією проблемою [85; 86]. У 1939 р. О. Ган і Ф. Штрассман,

Е. Фріш і Л. Мейтнер завершили дослід з розщеплення ядра урану і підтвердили теоретичні розрахунки енергетичного виходу [116, с. 74; 126].

К. А. Петржак і Г. М. Флеров 14 червня 1940 р. зареєстрували пріоритет № 33 на відкриття «Експериментально виявлено спонтанне – без збудження будь-якими частинками – ділення ядра природного урану на дві частини. Це новий вид радіоактивності, за якого первинне ядро перетворюється у два ядра, що розлітаються з кінетичною енергією близько 160 МеВ» [86, с. 315].

Ф. Жоліо-Кюрі у 1940 р. визначив умови поділу ядра урану у вигляді ланцюгової реакції за рахунок надлишкових нейтронів [116].

Таким чином, у майбутніх фахівців ЦТ має сформуватися спосіб попереднього абстрактно-теоретичного уявлення про атом, як РТ з подальшим перетворенням його у реальність. Для цього потрібно було розробити для атома, як РТ, технічні засоби – атомний реактор. 1940 рік можна вважати першим практичним етапом оволодіння ядерною енергією. Був створений фундамент для нової технічної революції, де ні взаємозв'язок маси й енергії, ні ланцюгова реакція, ні взаємне перетворення світла і речовини не могли виявитися емпірично без допомоги фундаментальної фізичної теорії, узагальнень матеріалів фізико-хімічного експерименту.

У результаті в суб'єктів навчання створюється уява, що чиста емпірія, метод проб і помилок уже не могли бути формою розвитку техніки нового покоління РТ. Але виникли і нові суперечності між теорією ядерної фізики й розвитком техніки. Так як фізична теорія набула випереджувального характеру відносно до промислової атомної техніки, то всі суперечності, що виникають, доцільно віднести до їхньої спільної взаємодії в період одночасного науково-технічного оволодіння ядерною енергією. І попередні періоди характеризувалися не лише теоретичними уявленнями, а й були тісно пов'язані з технікою, промисловістю, новими конструкційними матеріалами, науково-виробничими комплексами типу Об'єднаного Інституту ядерних досліджень (Дубна), Українського фізико-технічного інституту (Харків), Фізико-технічного інституту (Дніпро) та ін. Ніяка теоретична діяльність

нічого не варта, якщо вона не спирається на експеримент.

У теорії пізнання визначено, що перетворення науки в основну форму розвитку техніки та матеріальної практики стає законом суспільного розвитку будь-якої держави [32]. Майбутні фахівці мають усвідомити, що у попередні епохи НТП говорили про співвідношення емпірії і науки, а в період використання нового РТ слід говорити про єдність і суперечливість чотирьох складових: теорії, експерименту, техніки, практики всередині самої галузі ядерної фізики. Така взаємодія є основою НР у теоретичній та експериментальній фізиці, промисловій техніці та практиці досягнення цілей.

Ми також зробили висновок, що експериментальна техніка має два етапи розвитку: перший полягає у тому, що спочатку створювалася техніка для спостережень і фіксації результатів поведінки ядра, а другий – у створенні техніки управління ядерними процесами. На першому етапі виділялися суперечності між наукою та технікою, у невідповідності традиційних засобів спостережень за новим об'єктом пізнання – радіоактивними речовинами. Вони долалися шляхом створення новітнього обладнання й удосконалення традиційних засобів, зокрема спінтарископу Крукса (1908), лічильника Гейгера (1908), камери Вільсона (1912) [47] та ін.

На другому етапі дослідники спонтанно на свій розсуд розробляли і використовували індивідуальні методи і технічні засоби наукових спостережень та виявляли характеристики відкритого науковцями випромінювання, його розкладання на складові, а фундаментальних методів та засобів для такого виду досліджень не було розроблено. Так В. Мюллер у 1928 р. удосконалив лічильник Гейгера, Д. В. Скобельцин – лічильник Черенкова, була створена дифузна камера А. Ландорфа (1939), бульбашкова камера Д. Глезера (1952), іонізаційна камера, пропорційні лічильники, стинциляційні лічильники, фотоемульсійний метод, прискорювачі [47; 53].

Аналіз вказаних суперечностей приводить студентів до висновку про необхідність предметно конструювати різні прилади для спостереження за поведінкою кожного їхнього компонента, з широким використанням обміну

результатами досліджень науковцями міжнародних центрів. У 20-і рр. ХХ ст. у провідних наукових осередках Європи були створені стипендіальні фонди для стажування молодих учених. Така практика була запроваджена після підписання Рапалльського договору (16.04.1922), дія якого згодом була поширена на Україну (05.11.1922). Згідно договору в Дніпропетровському фізико-технічному інституті та Українському фізико-технічному інституті працювали Н. Бор, П. Дірак, В. Ромберг, В. Руеманн, М. Руеманн, Е. Шварц та ін. Працювали в Українському фізико-технічному інституті Ф. Ланге – випускник Берлінського університету, англієць Ф. Хоутерманс, вчені з Австрії А. Вайсберг, К. Вайсельберг, В. Вайскоп. Брала участь у наукових конференціях Н. Бор, В. Вайскоп, В. Гайтлер, П. Дірак, П. Йордан та ін.

У свою чергу пройшли стажування у кращих лабораторіях Європи Г. Г. Гамов, А. Ф. Йоффе, П. Л. Капіца, Л. Д. Ландау, В. Д. Скобельцин, І. С. Тамм, В. О. Фок, Я. І. Френкель, Ю. Б. Харитон, Л. В. Шубніков та ін.

Таким чином, насамперед завдяки міжнародній інтеграції наукових досліджень, впродовж 1922–1937 рр. вчені нашої держави поступово вирішували суперечність між наукою та технікою експерименту створюючи все нові і нові прилади та технології, розвивали власну науку.

Практична реалізація приведених вище наукових досліджень здійснюється у розробках, конструкціях і втілена у нових енергодавачах – реакторах. Такі установки набули теоретично обґрунтованого характеру, бо без розв'язання теоретичних завдань неможливо успішно реалізувати технічну його частину. Метод проб та помилок тут не проходить, ризик не допускається. Атомно-енергетична техніка стала використовувати процеси, з якими суспільство раніше не стикалося; речовини, які у готовому вигляді не існують в земних умовах на відміну від газу, нафти, вугілля, торфу. Вчені ще на теоретичному рівні розробки твелів для реакторів були обізнані, що можливі аварії на новітнього виду теплових машинах, які можуть мати катастрофічні наслідки. Відповідно створено нові напрями наукових досліджень екологічного й ядерного захисту. Загалом утворилася нова галузь – атомна промисловість.

Історія розвитку науки і техніки показала, що все новітнє найбільш суперечливе. Причина у тому, що теорія завжди не є ідеальною, а будується на принципі реальності (теоретичній і практичній), отже існує джерело суперечностей – це різниця між реальним та ідеальним. Подолання їх нині забезпечується запровадженням математичного комп'ютерного моделювання, доповненої віртуальної реальності, ЦТ у дослідження різних процесів.

Цілісна наука завжди абстрагується від приватних проявів закону, а створення техніки вимагає врахування всіх факторів і умов прояву фізичних і технічних законів. У результаті суб'єкт дослідження відбирає ці фактори, створює умови для практичного втілення, приймає науково обґрунтоване рішення. В цьому й полягає обґрунтування обов'язковості експериментальної частини будь-якого проекту, цілісне розв'язання проблеми аж до запуску виробництва (і після цього), кооперація наукової, технічної й експериментальної складових. Наука, техніка, виробництво, кадри злилися і переплелися між собою. В цьому зв'язку підготовка спеціалізованих фахівців для науково-технічного виробництва XXI ст. набула нової актуальності й іншої якості.

Прикладом вказаного є Науково-виробниче підприємство «Radiy» (м. Кропивницький) з проектування, розробки та виготовлення ІЦ автоматизованих систем управління технологічними процесами для атомних електростанцій України та світу. Про високу ефективність здобутків Української науки, техніки й виробництва свідчить факт, що 25 вересня 2018 року підписано Угоду про стратегічне партнерство між компаніями «Curtiss-Wright Corporation» (США) і «Radics LLC» (Україна) щодо розробки ПЗ для атомних електростанцій.

Таким чином, студенти мають усвідомити, що практична реалізація нового покоління інтегративного РТ розпочалася у 1942 р. зі створення ядерного реактора у США під керівництвом Е. Фермі і втілилася у виробництво у 1954 р. запуском першої в світі атомної електростанції потужністю 5 МВт в Обнінську СРСР. Ядерна техніка і галузь синтезувала в собі наукові, технічні й експериментальні надбання людства (рис. 1.10).

З часів відкриття радіоактивності була виявлена її небезпечна екологічна

загроза. Перші радіоактивні опіки одержали вчені А. Бекерель та подружжя Кюрі. Відповідно екологічні проблеми людства та вичерпність природних запасів Землі зумовили глобальну суперечність. Перед наукою постали нові завдання енергозабезпечення на новій науковій основі. Необхідно вже зараз шукати нове РТ, новітні технології безпосереднього перетворення енергій минаючи ступені, де втрачається значна її частка. В цьому зв'язку вже здійснюються експерименти безпосереднього перетворення атомної енергії в електричну і проводиться виготовлення промислових установок [87].

Розвиток космічної техніки дає перші експериментальні результати про можливість використання енергії Всесвіту на Землі, тобто винайдення РТ поза Землею. З цією метою в Україні [82] створювалися експериментальні науково-дослідницькі центри, фізико-технічні інститути. Значних успіхів інтеграції науки і техніки в Україні досягли у Дніпропетровському фізико-технічному інституті, Фізико-технічному інституті низьких температур ім. Б. І. Веркіна, Національному науковому центрі «Харківський фізико-технічний інститут», Фізико-технічному інституті Національного технічного університету України, Донецькому фізико-технічному інституті, Запорізькому фізико-технічному інституті, Фізико-технічному інституті гірничого виробництва, Фізико-технічному інституті металів та ін.

1.4. Еволюція суперечностей інтегрованого робочого тіла кінця ХХ – початку ХХІ ст.

Розвиток техніки постійно супроводжується її автоматизацією та кібернетизацією. В цьому зв'язку завданням майбутніх фахівців спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» є усвідомлення загальнонаукової методології нинішнього часу, яка ґрунтується на загальній теорії систем, системному підході, системному аналізі. Кібернетика є засобом керування діями машин, живих організмів, суспільства на основі отриманої й переробленої інформації. Складові вказаної методології окреслюють теоретичну концепцію функціонування системних об'єктів (див. п. 1.2). Відповідно

підготовка висококваліфікованих фахівців ЦТ є актуальною проблемою. У цій галузі роль інтегрованого РТ виконує системний об'єкт чи цілісна система. Тому ФТД мають включати визначений об'єкт у зміст навчання.

Кібернетика по відношенню до фундаментальних наук ФТД має інтегральне значення, бо ІЩ основи керування процесами є загальними для всіх галузей. Тому основні положення кібернетики є важливим елементом наукового світогляду суб'єктів навчання на етапі їхнього професійного становлення.

У ході аналізу історико-технічної літератури [15; 19; 30; 77] ми встановили, що в історичному плані засоби праці пройшли п'ять етапів розвитку:

- ручний інструмент є домінуючим, а джерелом енергії є силові зусилля робітника;

- машина виконує роль знаряддя праці й зазнає розвитку від виконання простих операцій до комплексної механізації процесів виробництва з використанням теплової й електричної енергії;

- переростання комплексної механізації в системну автоматизацію;

- вищий ступінь автоматизації через упровадження технічних засобів кібернетики;

- комп'ютерні центри 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.

Автоматизація виробництва має витоки з розвитку РТ (рис. 1.10) і відноситься до прикладної науки, яка забезпечує розвиток у великих масштабах автоматичних і самоврядних машин, механізмів, роботів. Вона створює умови для росту продуктивності праці.

Потреби виробництва кінця ХХ – початку ХХІ ст. змусили вчених розширити комп'ютерне моделювання в управлінні виробничими процесами,

в проектно-конструкторській роботі, плануванні, наукових дослідженнях. Такий підхід актуальний в умовах наростання енергетичних потужностей, упровадження надточного машинобудування, де постійно збільшуються швидкості, надвисокі точності вимірювань, вводяться безперервні та безвідходні технологічні процеси. Навіть висококваліфікований фахівець не в змозі оперативно справитися з управлінням указаних процесів, і тому закономірно відбувається передача функцій управління машині, здатній в процесі управління переробляти інформацію, що стає технічною необхідністю. Нині технології змінюються кожні 5–10 років, відповідно фахівець повинен бути компетентним і навчатися впродовж усього життя.

Як результат розвитку автоматизації, робототехніки, виникла галузь науки, яка дістала назву *мехатроніка*. Термін «мехатроніка» японського походження характеризує опис технологій, які виникли на стику механіки, електротехніки, машинобудування і ПЗ [120].

Створення електронних машин, пов'язаних із моделюванням роботи елементів людського мозку, стало можливим тільки за досягнення досить високого рівня розвитку цілих галузей науки, які забезпечують конструювання і впровадження у виробництво складних систем сучасної техніки.

Кібернетика використовується в психології, нейрофізіології, біології, медицині, мовознавстві, конкретній економіці, військовій справі. Вона поширюється на галузі, де функціонують загальні закони систем.

У сучасних історично-технічних умовах виникають діалектичні суперечності між наукою і технікою нового покоління. Нині виникли запити іншої якості, запити науки й техніки, що орієнтуються у своєму розвитку, на базу кібернетики, в якій закладено не лише новітні технології управління виробництва, а й інтелектуальна складова. Щоб забезпечити практику теоретичними орієнтирами і новітніми перспективами розвитку техніки наука закономірно має йти на великі витрати фронтальних досліджень всього кола відповідних об'єктивних процесів, хоч за результатами може бути впроваджена лише невелика їх кількість, можливо навіть один (глобальний).

Суперечність тут полягає у тому, що для технічної реалізації невеликого чи навіть одного процесу необхідно попередньо дослідити велику множину можливих способів і їх об'єктивні основи, з яких у майбутньому переважна більшість залишається поза практичного використання. Така взаємодія між наукою і технікою нерідко приводить до несподіваних ситуацій. Кібернетика є самоорганізуючою наукою, її розвиток здійснюється згідно закономірностей теорії систем. Тому прогрес кібернетики породжує все нові, нерідко непередбачувані (особливо в околі точки біфуркації) напрями в науці, техніці, технологіях. Закономірно виникли цілі галузі науки: динаміка керованих процесів, теорія оптимального управління дискретних систем, теорія релейних структур, теорія побудови систем автоматичної оптимізації, інформаційно-комунікаційні системи, ЦТ, ЦТ та ін.

Формування компетентного спеціаліста з ЦТ передбачає виникнення біоніки, яка визначена предметом дослідження живої природи (зокрема, роботи мозку) для одержання знань і запровадження в різних керуючих системах, зокрема, вивчення орієнтації у просторі комах, на основі чого було сконструйовано новий вид гіроскопу. Конструкція електронних очей, які слідкують за рухомими предметами, ґрунтується на вивченні дії очей жаби. Вивчення способів пересування пінгвінів привело до створення швидкохідних машин, здатних пересуватися пухким снігом зі швидкістю 50 км/год.; створено кораблі та підводні човни, які за формою нагадують кита, чим досягається виграш використання потужності двигуна та ін. Період розвитку громіздких напівпровідникових діодів і транзисторів минув, і їх зміну прийшли інтегральні схеми, які дають можливість вирішувати значну множину інженерних задач наслідуючи живу природу.

Таким чином, кібернетика, автоматика, автоматизація виробництва за їхньої науково-обґрунтованої взаємодії є флагманами сучасної науково-технічної революції. Така взаємодія носить суперечливий характер і є типовою для співвідношення, що склалося між наукою і технікою сучасної епохи. В результаті теорія і практика злилися в єдиний процес матеріально-

духовної, теоретико-практичної діяльності суспільства. Тут наука і техніка виступають уже не як зовнішні, обособлені одна від одної і протилежні одна одній області людської діяльності, а як суперечливі моменти або сторони всередині цілісного суспільно-історичного руху. Модельно його можна зобразити специфічним співвідношенням перетворення в науці РТ, в тому числі і кібернетиці (позначимо його символом C). Безпосередню продуктивну силу, що виступає у формі автоматики, позначимо символом A . Це співвідношення має вигляд $A \rightarrow C$. Дугоподібність показує, що практика в єдиному русі через науку впливає на свій власний поступальний рух розвитку. В підсумку попередня пряма дія практики на теорію $A \rightarrow C$ і обернена дія теорії на практику $A \leftarrow C$ зливається у неперервний процес повернення в практику того, що сама ж практика ставить перед теорією. Тоді наука стає своєрідною теоретичною призмою, через яку проходить потік практичних запитів, що йдуть від виробництва і техніки, щоб тут же повернутися до свого початкового пункту, але в збагаченому вигляді (зміна якості РТ), завдяки теоретичному аналізу і розв'язанню поставлених перед наукою задач. Це мало місце і на ранніх еволюційних етапах, коли наука стала перетворюватися у безпосередню виробничу силу [77, с. 328].

Так було і з співвідношеннями атомної фізики і нанотехнологіями, ядерної фізики та ядерної енергетики. До початку 40-х рр. ХХ ст. наука про атом та ядро не знаходила свого застосування на практиці через техніку та виробництво. Але фізика ядра розвивалася через запити практики. Техніка і виробництво вбачали в атомі нове, мало вивчене РТ, а в реакторі – новий науково-проблемний тепловий котел, хоч технічний вихід на промисловий рівень ще був мало ймовірним. У 1954 р. вимоги техніки і виробництва реалізувалися на Обнінській атомній електростанції. У цій галузі наука, яка декілька століть відставала від практики, перетворилася у ведучий фактор подальшого технічного прогресу, проте її залежність від практики зросла. Тому, можна константувати необхідність сформулювати у студентів переконання: поки наука детально і глибоко не розбереться з відповідним фізико-технічним

явищем, техніка не в змозі поставити ці явища природи на службу людства.

У цьому зв'язку розвиток принципу історизму ми розглянули через технологію розкриття суперечності взаємовідношення між суб'єктом навчання M і природою N , та між наукою S і технікою T . Наочно це можна зобразити моделлю, бо якраз у науці і техніці, гостро розкривається суперечність між людиною і природою. Людина в природі виділилася з тваринного стану завдяки праці і стала перетворювати природу. Такі взаємовідношення між ними можна виразити співвідношення $M \Rightarrow N$. В свою чергу техніка будується також на цій основі. Тоді визначене співвідношення можна зобразити моделлю $M^T \Rightarrow N$. Одночасно з самого початку передісторії людства діяло і зворотне співвідношення, бо природа в різній формі відображалася у свідомості людини, яка постійно розвивалася. Співвідношення набуло форму $N \Rightarrow M$. Стадія наукового пізнання природи в розумінні законів природи у людини настала, коли вона почала здійснювати узагальнення, утворювати абстракції. В цей же період наука почала запроваджуватися у виробництво. Співвідношення набуло наступної форми $M_S \Leftarrow N$. Виходячи з закономірностей розвитку суперечностей прямий $M \Rightarrow N$ і зворотний $N \Rightarrow M$ процеси йдуть завжди одночасно й взаємообумовлено. Обидві форми можна об'єднати $M \Leftrightarrow N$. Якщо пряма практична дія людини на природу (у формі РТ) виступає у формі техніки, а обернена – у відображенні законів природи у свідомості людини – у формі науки, то об'єднана модель має вигляд $M_S^T \Leftrightarrow N$. Тут техніка виражає перетворювальну діяльність людини від одного виду РТ до другого, а наука – її пізнавальну, відображувальну діяльність.

Створену модель доцільно проаналізувати як систему, в якій T – техніка, а S – наука. Стрілками покажемо зв'язки між ними. Історично спочатку появився перший елемент T , а через певний час – елемент S . В моделі (рис. 1.11) елементи взаємодіють. Для фізики та хімії, які складають основу техніки і технологій така взаємодія відповідає XVII ст. З історичної точки зору модель пройшла декілька етапів розвитку.

На початку історичного розвитку людського суспільства утворився елемент T , у ньому були закладені первинні наукові знання. Це етап розвиваючого наукового знання $T \Rightarrow$, рушійною силою було РТ. Із елемента T виходить потік інформації, але системи ще немає, бо немає зв'язків та інших елементів.

У період Середньовіччя техніка досягла розвитку, який в задовольняв потреби суспільства і потребував законів природи для подальшого розвитку. Наука визначилася у потребах, які позначимо позначкою $[S]$. Тенденцію можна зобразити системною моделлю $T \Rightarrow [S]$. Техніка виступає єдиним реальним елементом майбутньої системи взаємодії людини з природою, наука ж визначається необхідною потребою.

В епоху Відродження в Європі стався розвиток техніки у ремісничому виробництві, закладалися елементи природничих наук (фізика, хімія, астрономія). Техніка породжувала науку, що виражається моделлю $T \Rightarrow S$.

Промислова революція XVIII ст. створила умови для формування науки, в основі якої були фізика, механіка, хімія, математика. Наука хоч і слабо, але стала впливати на техніку $TS \rightleftharpoons S$. Почав розширюватися потік інформації від техніки до науки, започатковано і зворотній потік інформації від науки до техніки. Стали помітними взаємозв'язки, хоч і слабкі.

У XIX ст. наука стала активно взаємодіяти з технікою, допомагати їй вирішувати виробничі проблеми. Наука і техніка отримали тісніші зв'язки $T \rightleftharpoons S$. Хоч система вже й склалася, вона ще не була досконалою, не існував неперервний процес взаємодії між елементами системи. Дискретність такої взаємодії проявлялася: в тривалості у часі на шляху від елемента T для переробки і фіксації в елементі S ; у вигляді технічних рекомендацій інформація повільно поверталася від елемента S до елемента T . Таку ситуацію можна характеризувати як розвернуту взаємодію між наукою і технікою. Наука почала йти врівень з технікою, проте обидва елементи поки що є самостійними і працюють за принципом: одержав замовлення – розробив рекомендації – отримав рекомендації для впровадження. На цьому перший процес завершено, далі зароджується другий і т. д. Теорії розвитку

РТ як рушійної сили створення знань ще не було.

Наука досягла вищого розвитку, коли почала сама прокладати дорогу до техніки (XX ст.). Взаємодія науки і техніки поступово змінюється за парадигмою, коли наука і техніка втрачають свою попередню незалежність і створюють єдиний процес науково-технічного розвитку й єдиний виробничий процес. Вихідним у цьому, як і раніше, є замовлення техніки. Ситуація зображується моделлю $T \rightarrow S$. Стрілка вказує, що має місце неперервний єдиний потік інформації, що спочатку йде від T до S , а потім продовжується на шляху від S до T , це означає: наука породжує нову техніку, наука йде попереду технічного прогресу й очолює його, спрямовується у майбутнє, створює умови для перетворення у безпосередню виробничу силу. Процес набуває початкових елементів спіралевидної форми.

В епоху постіндустріального суспільства наука цілісно перетворюється, утворюється інтегроване РТ. Тоді взаємодіючі елементи T і S повністю об'єднуються в єдину систему $\{T - S\}$, де наука і техніка будуть відігравати роль протилежних сторін неподільної внутрішньої єдності, взаємопроникнення однієї у другу. Характерними особливостями такої системи є неперервність і безперешкодність переходу від однієї сторони суперечливої єдності до протилежної. Науково-технічний розвиток здійснюється за стійкою спіраллю, кожен виток якої означає підйом на новий рівень розвитку (рис. 1.11, а) на розширеній основі. Дискретність заміняє неперервність руху інформації.

Таким чином, упродовж тривалої еволюції співвідношення техніки і науки поступово виникали і послідовно розвивалися різні типи суперечностей, формувалися функції науки, завдяки яким забезпечувався технічний прогрес.

Історично розв'язання суперечностей між суб'єктом і об'єктом у процесі пізнання, їх розв'язання на кожному етапі пізнання є закономірним і сприяє формуванню нового суб'єкта, що оволодів новими знаннями, мислить на якісно новому теоретичному рівні та вникає у наступний об'єкт пізнання, бо до пізнавального процесу залучаються все нові і нові явища, процеси.

Розглядаючи об'ємну сторону суперечностей між технікою і наукою

різних епох [77, с. 327–344] ми виокремили наступні моделі:

– на ранніх етапах наукового розвитку суперечність між наукою та технікою полягає у тому, що навколо обраного РТ накопичувався великий експериментальний об'єм практичного матеріалу, який зображується у вигляді кола, яке покладено в основу конуса (рис. 1.11, б). Тоді об'ємне зображення буде мати вигляд моделі повного конуса (рис. 1.11, б).

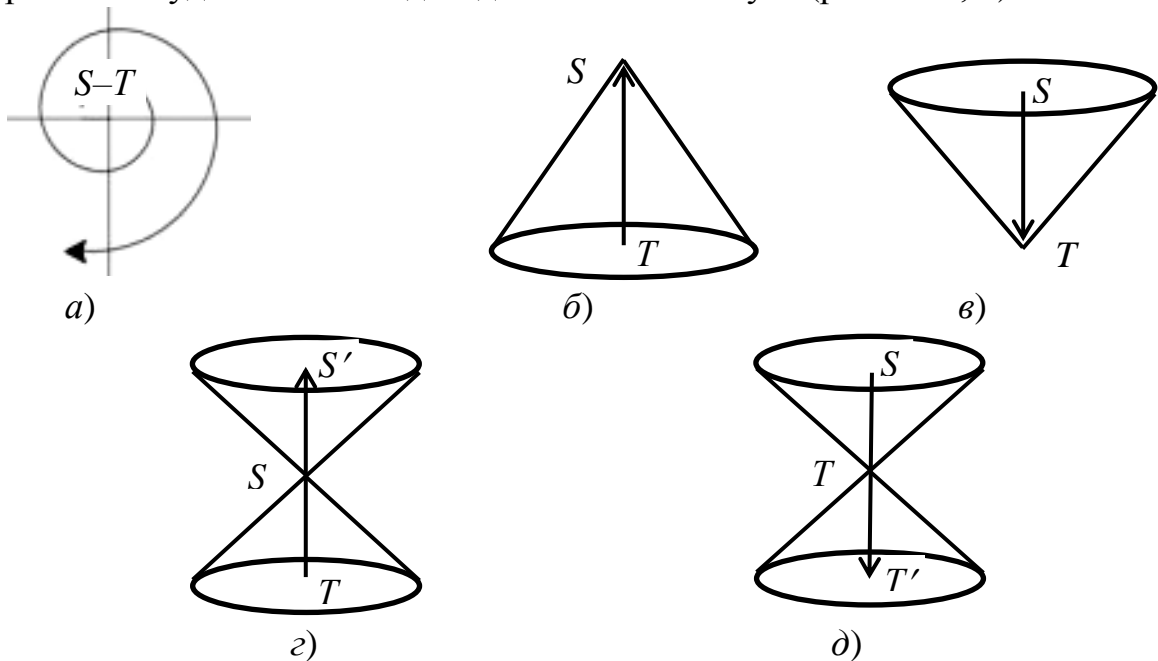


Рис. 1.11. Моделі наукового розвитку науки і техніки

Стрілка показує напрям розвитку. Накопичена експериментальна інформація від техніки та РТ надходить до науки, зображеної точкою S . Це приводить до виникнення суперечності між запитом практики до науки і реальними можливостями науки. Для цього наука повинна виходити за рамки вже відомого з практики й уміти охоплювати більше коло явищ, які до цього відносяться. Такої можливості у період, що розглядається, не було;

– за становленням науки у повному розумінні її суті, функцій, вона виходить за обмеженості властивостей РТ попереднього періоду, ситуація стає оберненою (рис. 1.11, в). Об'ємне співвідношення розвиненої науки і техніки зображується перевернутим конусом (рис. 1.11, в);

– сутність вказаних суперечностей відноситься до особливостей фізичних тіл і процесів. Виробництво мало справу з простими процесами для їхнього практичного розв'язання і не потрібно було ґрунтовних теоретичних

знань. Такі процеси опановувалися емпірично. Коли наука оволоділа методами дослідження, стали формуватися закони, теоретичні узагальнення.

Із розвитком суспільства виникли складніші процеси, які людину мало торкалися. Суть їх була незрозумілою, співвідношення між наукою і технікою змінюється. Перед наукою виникає завдання – знайти невідому сутність нового явища, наприклад, радіоактивності. Відбувається рух інформації від техніки T до точки концентрації науки S (рис. 1.11, б). Початкова теорія з точки S стає розростатися і з часом, долаючи суперечності, приходять до нового якісного стану S' (рис. 1.11, г), з інтегрованим РТ.

Таким чином, виникає спрямований процес розвитку від техніки до первинної теорії S , яка розвивається і закономірно розширюється S' . Стрілка вказує напрям розвитку НТП. Але суперечності постійно виникають на вищому рівні. Вони щоразу долаються й знову виникають послідовно і вічно;

– період розвиненої науки S (рис. 1.11, д), настає, коли суспільство має запит на замовлення з розв'язання виробничого технічного завдання. Відношення між наукою та технікою змінюється (рис. 1.11, д). Одержане завдання T поступово розростається і розширяється, поки з великої кількості варіантів наука не вибере оптимальне завдання T' . Наукова думка рухається до точки T , а потім до кола T' . Напрямок руху показано стрілкою. В такий же спосіб формувалася STEM освіта.

Розвиваючим началом прогресу в обох останніх варіантах є техніка та потреби виробництва. Поступальний розвиток науки націлений на задоволення цих потреб, тому і стимулюється. Але щоб задовольнити потреби суспільства у сучасній техніці, науці необхідно розвернути свої дослідження не одним і не декількома напрямками. Тоді зароджується теорія систем, частиною якої є кібернетика. Вона задіюється до вибору варіантів та управління процесом реалізації обраного варіанта [21; 53; 85; 115].

Усвідомлення майбутніми фахівцями ЦТ проблем суперечностей автоматизації та кібернетизації, які виникають в умовах сучасної науково-технічної революції та сталого розвитку, сприяють формуванню й розвитку

ЩК у майбутніх професійних фахівців. У ході навчання ФТД у ЗВО це приводить до різнобічного розвитку суб'єктів навчання, їх інтелектуальних задатків, мислення та гуманістичних цінностей і забезпечує їхню готовність до самореалізації, самоудосконалення та виховання свідомих громадян.

Відомий психолог Б. Г. Ананьєв [2] підкреслював у своїх працях, присвячених проблемам людинознавства: «виключно важливе значення має дослідження людини як основної продуктивної сили суспільства, як суб'єкта праці та провідної ланки у системі «людина–машина», як суб'єкта пізнання, комунікації й управління, як предмета виховання та ін.».

1.5. Теоретичні основи методології розв'язання суперечностей у пізнанні засобами розвитку понять генералізації, моделювання, інтегративності, фундаменталізації професійної спрямованості навчання фізики і технічних дисциплін

У п. 1.1 визначено зміст концептуального поняття методології і розглянуто проблему еволюції суперечностей у природознавстві та техніці до і після першої промислової революції з точки зору розв'язання суперечностей, що постійно динамічно назрівають.

У теорії пізнання поняття «методологія» зустрічається у двох аспектах: перший – система способів, заходів і операцій, що застосовуються у науці, освіті й інших сферах діяльності; другий – вчення про систему, теорія методу [23]. Методологія спрямована не на об'єкт дослідження, а на знання про об'єкт – на методи та засоби пізнання. Функція методології – забезпечення критичного ставлення до розвитку науки, опис пізнавального процесу і визначення можливості здобутого знання, включаючи й аналіз суперечностей у науці, техніці: чи можливе теоретичне природознавство; чи можливе загальне знання; які умови спадкоємності в пізнанні. Методологія не є описовою чи нормативною. Вона з позицій минулого досвіду наукового знання його історії аналізує сучасний стан наукового пізнання, прогнозує подальший розвиток. У монографії [107, с. 84–85] детально досліджено

поняття методології в працях В. І. Загвязінського [29], В. В. Радула [98, с. 137], Є. К. Шишкіної [121] та ін.

У фізико-математичних, технічних науках поширилося більш інтерпретоване визначення поняття «методології», як загального підходу до розв'язання задач того чи іншого класу, або лише методичного трактування послідовності дій у досягненні необхідного результату. Обидва визначення мають право на існування і доповнювати один другого [13; 19].

Частина авторів розглядають два типи методології: дискриптивну – описового напрямку структури наукового знання та закономірності наукового пізнання; і премскриптивну – нормативну, яка регулює діяльність, містить рекомендації про здійснення наукової діяльності [98, с. 56].

Виходячи з вищевикладеного й аналізу науково-педагогічної літератури [22; 48; 83; 117] та узагальнюючи суть методології І. І. Блауберга, Я. М. Гельфера, В. І. Загвязінського, І. Лакатоса, В. І. Садовського, Е. Г. Юдіна [10; 19; 29; 48] ми сформуваємо її функціональну структуру (рис. 1.12). Виходили з того, що методологічна основа методики навчання ФТД є складною багаторівневою єдиною системою, що складається з елементів, між якими є логічні зв'язки і зміна будь-чого у них приводить до зміни всього цілого, тобто є системою [83], яку можна побудувати на змістовно-функціональній концепції методологічного аналізу наукового знання. При цьому здійснюється зближення поглядів авторів на зміст проблеми: визначення сутності методології педагогіки, як вчення про структуру, логічну організацію, методах і засобах педагогічної діяльності в області теорії і практики з подолання суперечностей, що постійно виникають [22; 29; 48]. Це дозволяє точніше сформулювати основні ознаки методологічного знання з ФТД, вирішити питання методологічного обґрунтування їхньої цифровізації.

Постає проблема: визначити в якій мірі методологія обґрунтовує питання суперечностей у природничих науках в зв'язку з цифровізацією.

У ході вивчення поглядів Аристотеля про 4 елементи Всесвіту [85; 115], Епікура про людину як природно-соціальну істоту, Г. Гегеля про оцінку

філософії [18], Р. Декарта про метод інтелектуальної дедукції, Г. Лейбніца про елементи речей, К. Камерона, О. П. Мещанінова про отримання кількісних рішень [31; 59] ми з'ясували, що в дослідженнях вони здійснили методологічний аналіз суперечностей. Вони враховали діалектичний взаємозв'язок якості й кількості, «боротьбу» й єдність протилежностей, визначення напрямку розвитку об'єкта, суперечності між навчанням та учінням, між потребою суб'єктів навчання в засвоєнні знань, умінь та навичок (ЗУН) і реальними можливостями для реалізації цих потреб.

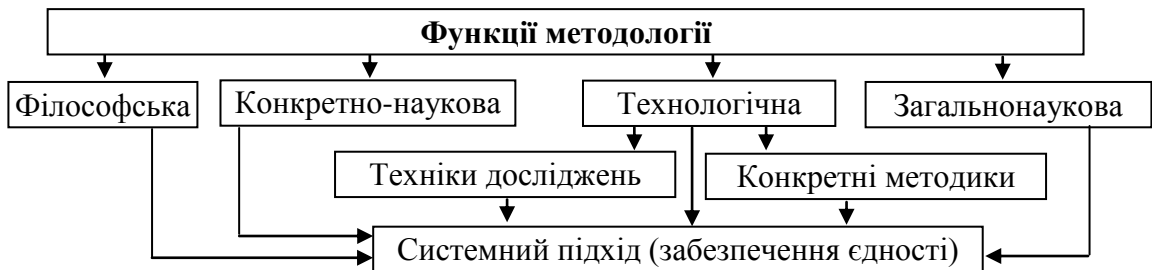


Рис. 1.12. Функції методології

Виходячи з висновків мислителів і дослідників ми розглядаємо визначені *методологічні* підходи і принципи (рис. 1.13) для *обґрунтування* генералізації, моделювання, інтегративності цифровізації у навчанні ФТД:

- загальну систему теоретичних знань (філософські закони розвитку, загальнонаукові поняття, світоглядні позиції);
- фундаментальні принципи наукового пізнання та засоби реалізації наукового дослідження (системний підхід, структурно-логічний аналіз, самоорганізуючі системи);
- визначальні наукові позиції загальні для всіх галузей знання (сукупність методів пізнання, принципів дослідження).

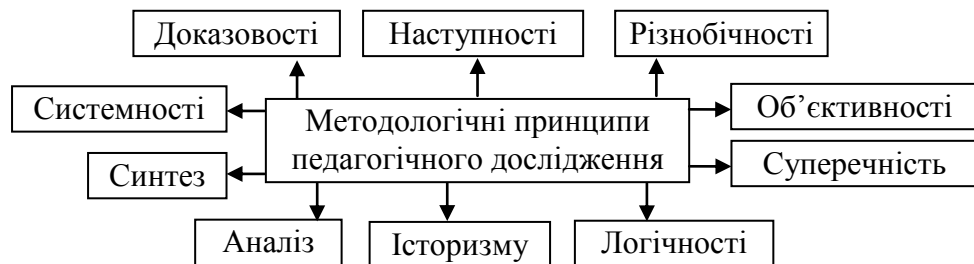


Рис. 1.13. Методологічні принципи педагогічного дослідження

Методологічні приципи лежать в основі методологічної культури майбутнього інженера-педагога ЦТ, як культура мислення, рефлексії. У

цьому випадку загальні знання методологічного статусу реалізуються відносно до педагогічного знання через методологічну функцію й формують методологічні основи педагогіки, а відповідно трансформуються і на методику навчання ФТД. Сукупність цих знань, в узагальненій формі своєї організації, складають теорії методологічних знань як із педагогіки, так і з методики навчання фізики [96, с. 68], технічних дисциплін, ІЦТ, STEM.

Суттєвою ознакою *методологічного знання* з формування та *розвитку ІЦК* майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД є його визначальні орієнтири до розв'язання специфічних суперечностей між процесом пізнання і перетворенням соціально-педагогічного досвіду в практику [83]. Звідси впливає завдання узагальнити методологічні знання у контексті визначення рушійної сили нинішнього етапу розвитку пізнання засобами генералізації, моделювання, інтегративності.

Сучасний розвиток науки (початок третьої НР) ми пов'язуємо зі зміною спрямування з техногенно-економічного напрямку на гуманістично-екологічний та інформаційний, що ґрунтується на поглибленому інтегративному вивченні тенденцій розвитку освіти у загальнонауковому аспекті [9; 83; 135]. Виходячи з окреслених методологічних принципів (рис. 1.13) дослідження процесу реалізації такого підходу ми пропонуємо розвивати ІЦК студентів засобами рушійних сил і цифровізації процесу пізнання у навчанні ФТД через визначення єдиного підходу до оволодіння явищами різної фізичної природи, зокрема, на основі наскрізного навчання, як напрямку випереджаючої освіти для сталого розвитку через впровадження цифровізації в:

- прояві дуалістичного суперечливого характеру явищ і процесів природи;
- єдності дискретності та неперервності природних явищ;
- використанні принципів збереження;
- взаємодоповнюваності та співвідношення класичних і квантових теорій та фізичних картин світу (КС), які змінювали одна одну;
- використанні фізичної сутності й властивостей фундаментальних фізичних констант;

– використанні єдності різних форм матерії: речовини і поля.

На цій основі здійснено конкретизацію поняття *методології навчання ФТД* та виділено освітню систему, яку утворюють такі елементи [83]:

- філософська методологія, що виражає суперечливу світоглядну інтерпретацію результатів наукових досягнень із фізики та техніки, форм і методів наукового мислення суб'єктів навчання у відображенні фізичної КС;

- загальнонаукові принципи навчання, наукові методи пізнання: симетрії, моделювання, відносності, відповідності, аналогії, ідеалізації, доповнюваності, обумовленості, ймовірності, системності, причинності, подібності форми, підходи до відображення дійсності (системний підхід, моделювання, статистична КС);

- конкретна наукова методологія як сукупність методів, форм, принципів наукових досліджень;

- методологія інтегративних досліджень на основі вимог цифровізації.

Як показали дослідження М. І. Садового [84, с. 139] життєздатна методологічна система має слугувати вимогам «методологічного квадрата» галузей науки, за якими теорія вдосконалюється в методології, конкретизується в технології, оцінюється освітніми вимірюваннями і перевіряється на об'єктивність експериментальною практикою (рис. 1.14).

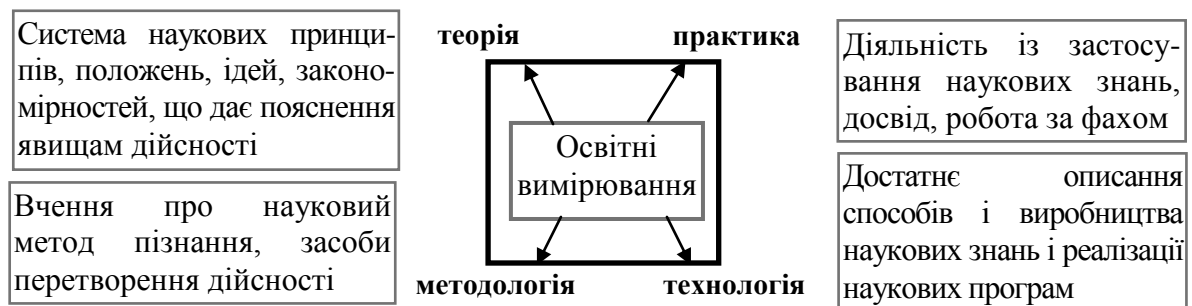


Рис. 1.14. Методологічний квадрат галузей наук [83]

Філософські та загальнонаукові функції більше властиві філософам у частині гносеології як науки, пізнанні та логіки науки.

Конкретно-наукові функції методології характеризують практично спрямовану діяльність, яка може бути репродуктивною (копіювальна) або продуктивною (спрямованою на інновації). Навчальна діяльність завжди передбачає одержання нового результату, який виражається у формуванні

компетентного суб'єкта навчання, який володіє ЗУН та цінностями й уміє їх використовувати на практиці. Таким чином, навчальна діяльність є продуктивною, перебуває у розвитку, зокрема нині в умовах цифровізації.

У методологічному квадраті (рис. 1.14) ми переглянули зміст поняття «технологія», акцент зробили на понятті «цифрова технологія», чим спрямували зміст технології на розв'язання суперечностей (див. п. 1.4). Тоді поняття «цифрові технології» розуміються як цифровізацію пізнання, де є кодування дискретними імпульсами, фільтрація, зменшення об'єму.

Виходячи з викладеного ми ввели поняття *методології інформаційно-цифрового пізнання*, під яким розуміємо:

– побудову освітнього процесу за двоякою схемою: від простого накопичення фактів та інформації аналогового зображення до їхнього узагальнення у вигляді понять, законів, принципів, постулатів, теорій, тобто від простого до складного, що не виключає зворотнього;

– від сутності I порядку неперервного впорядкування, до сутності дискретного впорядкування II порядку, а від нього до сутності упорядкування III порядку і т. д.;

– реалізацію системного принципу: логічна послідовність від накопичення змісту навчання окресленого фаху до визначення його ядра, а від нього до наслідків. Такий підхід покладено нами в основу поетапності процесу пізнання засобами генералізації, фундаменталізації, інтегративності.

Поняття *генералізації* (генерального) вчені почали розглядати, коли постала необхідність визначити критерії здійснення класифікації наук [32].

Поняття «класифікація» ми розглядаємо як систематизацію, де об'єднання об'єктів здійснюється на основі визначальних істотних ознак. Такий підхід дозволяє виділити загальне, істотне, об'єднати об'єкти в систему, встановити логіко-генетичні зв'язки між поняттями, явищами, об'єктами.

Для аналізу поняття «генералізація» ми використали логічний і системний підходи. Під логічним підходом ми розуміємо способи і методи переходу від часткового до загального, як форми узагальнення. До генералізації ми

відносимо і перетворення аналогової інформації у цифрову і навпаки.

Системний підхід є основою методології пізнання, де освітній процес розглядається як єдина система, що складається з множини елементів, між якими існують логічні зв'язки. Таку систему ми вбачаємо у вигляді структурно-логічних схем, які дозволяють виокремлювати властивості й характеристики, за допомогою яких описуються об'єкти, визначаються процеси інтегративності та генералізації. Такі схеми легко перетворюються у квадратні матриці [84] й оцифровуються.

У філософському словнику [62, с. 87] поняття «генералізація» трактується як: логічний прийом, що передбачає узагальнення, перехід від часткового до загального, підпорядкування окремих явищ загальному принципу; метод пізнання, що дозволяє на підставі виділення безлічі елементів, що мають однотипну характеристику (генеральної сукупності) і вибору одиниці аналізу вивчати масиви (системи) цих елементів. Генеральна сукупність включає в себе елементи, відповідні робочому визначенню окресленого елемента. Ознаки та властивості, що надають неповторність і винятковість елементу сукупності, елімінуються (зникають). Відбувається формалізація об'єкта (генеральної сукупності) й одиниці аналізу системи. Методи дослідження генералізації протистоять вибірковому методу пошуку, що дозволяє робити висновки про характер розподілу досліджуваних ознак генеральної сукупності на підставі вивчення деякої її частини.

У ХХ ст. поняття «генералізація» досліджувалося Б. М. Кедровим [32], Р. Коллінгвудом [38], І. Лакатосом [48], К. Поппером [71] та ін. Зміст поняття «генералізація» вони визначали як:

– логічний прийом для здійснення узагальнення, переходу від одиничного до загального, підпорядкування окремих явищ загальному принципу;

– метод пізнання, що дозволяє на підставі генеральної сукупності елементів із однотипною характеристикою і вибору критеріїв аналізу досліджувати систему цих елементів.

Г. Ріккерт у кінці ХІХ – на початку ХХ ст. наукове надбання суспільства

поділив на два типи: природничі науки і науки про культуру; звів їх протилежності до двох методів – генеруючого й індивідуалізуючого. Перший створює реальність, де домінуючим є пізнання загального, що притаманне багатьом однорідним об'єктам. Другий оперує методом індивідуалізації пізнання окремих об'єктів у їхній конкретності. Тоді наука поділяється на науку про природу (використовується науковий метод генералізації) та науку про культуру (використовується науковий метод індивідуалізації). Генеруючі науки відволікаються від значної кількості цінностей [29, с. 173]. Таку властивість ми враховуємо при розгляді цифровізації та розвитку ІЦК, яка дозволяє визначити цінність знаннєвого компонента пізнання.

Проблему генералізації у теорії пізнання досліджували і психологи.

І. П. Павлов у «Лекціях про роботу великих півкуль головного мозку» ввів термін «генералізація» (1926) і позначав нею узагальнений характер умовних рефлексів. Він писав: «Генералізація умовного зв'язку відповідає тому, що зветься асоціацією за схожістю. Іррадіація збудження і гальмування в корі великих півкуль визначає специфічний механізм генералізації й є пропорційною подібності подразників і за змістом є формою узагальнення ... коли два подібних подразника викликають різні реакції, здійснюється їх диференціювання, риси відмінності подразників значно пригнічують загальну ознаку. ... спочатку відбувається первинна генералізація за фізично сильнішими ознаками подразників. Проте в результаті посилення реакції на сильні ознаки генералізації може викликатися вторинна генералізація, яка може слідувати за іншими, слабшими властивостями об'єктів. Можлива генералізація за одною чи багатьма ознаками об'єкта чи по транспозиції – співвідношенню ознак предмета. Поняття генералізації спочатку використовувалося тільки до елементарних узагальнень, які характерні для тварин. Нині воно вживається в психології для позначення 1-го ступеня в засвоєнні суб'єктами навчання будь-якого нового матеріалу» [66]. На мові аналізу інформаційних процесів це означає збудження неперервного сигналу аналогової інформації.

Генералізацію розглядав Л. С. Рубінштейн: «Узагальнення, як і абстракція,

на двох крайніх полюсах виступає в чітко помітних формах – у вигляді генералізації і власного узагальнення – понятійного, необхідно пов'язаного зі словом як умовою і формою свого існування. Генералізація (першосигнальна) – це узагальнення, що здійснюється фізіологічно за допомогою іррадіації збудження; це узагальнення, яке відбувається за сильною ознакою (т. б. за ознакою або властивістю, яка є сильним подразником), або за кількома такими ознаками, або, нарешті, за відношеннями між ними» [81, с. 101].

Л. С. Рубінштейн вказує, що «дані відчуття» (аналогова інформація) не забезпечують пізнання самих речей, бо вони не включаються в діяльність аналізу і синтезу – диференціювання і генералізації, що виявляє об'єктивні властивості речей. Сприймавши певну інформацію (температура, світло, тиск, струм) органи відчуття передають її в мозок, де вона перетворюється в неперервний сигнал аналогової інформації. Вчений розглядає цей процес як продукт аналітичної діяльності мозку, диференціювання зовнішніх взаємодій. «Розумова діяльність теж зумовлена взаємодією речей. Ні сприйняття, ні пізнання світу загалом не складається з двох різнорідних компонентів, з яких один нібито обумовлений тільки ззовні, а другий – тільки зсередини. Відчуття, сприйняття, мислення – форми зв'язку суб'єкта з об'єктивним світом. Всі вони виникають у результаті впливу речей на мозок і його відбивної діяльності в процесі взаємодії людини зі світом під контролем практики. Обумовлена зовнішнім впливом речей діяльність мозку виявляє шляхом аналізу і синтезу, диференціювання і генералізації природу речей так, що матеріальні речі поза нами, а не ефекти їх впливу («чуттєві дані»), виступають як об'єкти нашого пізнання. Будь-яке пізнання – це обумовлена зовнішнім впливом, здійснювана мозком пізнавальна діяльність людини, що взаємодіє зі світом» [81, с. 68].

Л. С. Рубінштейн визначив, що пізнання починається з відчуття і сприйняття спостережень і дослідів, за якими слідує абстрактне мислення, і вони складають єдиний процес. Так як на основі відчуття формуються поняття, то вчений виділив різні ланки абстрагування та констатував відомий дискретний «стрибок» у пізнанні при переході до абстрактної думки. Це не

означає протиставлення чуттєвого, логічного й абстрактного. Будь-яке теоретичне мислення виходить з емпіричних даних аналогової інформації, на основі глибокого аналізу чуттєвих даних приходиться до абстрактного змісту, що відповідає принципу цифровізації. Понятійне узагальнення чуттєвих схем приводить до виникнення генералізації і розв'язання абстрактних проблем.

Отже, Л. С. Рубінштейн аналізуючи структуру наукового пізнання через розвиток абстрактного мислення у навчанні показав, що результат забезпечується й основними його засобами аналізом і синтезом, диференціацією й індивідуалізацією, що відповідає принципам цифровізації.

Вчений стверджував, що в ході пізнавального процесу з включенням чуттєвої сторони нові зв'язки сприйняття поглиблюються і безперервно збагачуються. Наприклад, звукова інформація від органів відчуття через мікрофон передається на підсилювачі та передавачі. Так аналогова інформація перетворюється електронними засобами в модульовану електромагнітну хвилю, а на приймачі детектується і через гучномовець сприймається органами відчуття в іншій аудиторії. Проте аналогова система має недоліки: чутлива до спотворень, шумів, збільшення потужності є обмеженим і коштовним. Таких недоліків не має цифрова система передачі інформації. Нове чуттєве враження сприймається як новий об'єктивний зміст. Реальна чуттєва дійсність слугує розумінням створеної абстракції. Між теоретичною думкою та сферою чуттєвого пізнання існує певна дистанція, яка виступає мірою просування наукової думки до задоволення потреб.

Таким чином, відмінна особливість першосигнальної генералізації по відношенню до понятійного узагальнення виступає в узагальненнях студентів, що виражається в перенесенні слова на різні об'єкти вивчення ФТД засобами їх цифровізації. Тут генералізація (першосигнальна) і узагальнення (понятійне, другосигнальна) безпосередньо стикаються між собою, адже мова йде про оперування словом, а саме оперування є перенесенням його з одного предмета на інший, підкоряється спочатку законам генералізації, а не словесно понятійним узагальненням, не за

понятійно суттєвою, а за «сильною» ознакою. За усвідомленням спочатку замість об'єктивно суттєвого в якості визначального виступає сильніша ознака, і лише потім сильною стає об'єктивно існуюча ознака [81, с. 103].

Даний принцип у методиці навчання ФТД в другій половині 70-х рр. ХХ ст. вперше дослідив В. Г. Разумовський [79]. Під поняттям «генералізація» розуміється уявна операція з використанням абстракції ототожнення, яка полягає в утворенні всезагальних значень. Головні моменти тут – відволікання від одних властивостей, які не мають суттєвого значення для суб'єкта, і виявлення інших, передбачуваних, фундаментальних властивостей.

Розглянувши праці вчених методистів О. І. Бугайова, Г. М. Голіна, С. У. Гончаренка, О. М. Коберника, М. С. Корця, В. К. Сидоренка, В. В. Стешенка, С. І. Ткачука та ін. [43; 95; 104] ми виділили методологічний принцип генералізації навчального матеріалу з розвитку ІЦК при навчанні ФТД студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)». Тут принцип генералізації є найважливішим інструментом досягнення максимуму педагогічних цілей при найменших витратах сил суб'єкта навчання.

Розвитку ІЦК студентів у навчанні ФТД у ЗВО з використанням принципу генералізації знань, означає, що починати побудову аналогової структури курсу з виділення основних блоків і понять, організації змісту навчання в порядку логічного розгортання і в міру їх конкретизації в систему ефективної математичної моделі. Вивчення конкретних математичних структур має здійснюватися так, щоб у першу чергу виявлялися їх загальні, фундаментальні властивості. Генералізація знань дозволяє забезпечити їх краще розуміння, оскільки породжує структуру, яка значно сильніше взаємодіє з новими знаннями, ніж окремі факти. А чим більше різних зв'язків нових знань з уже наявними в довготривалій пам'яті може бути встановлено, тим глибше розуміння нового матеріалу і вищий рівень компетентності [22].

Виходячи з проведеного аналізу в основі принципів цифровізації ми поклали вимогу фіксувати в мінімальному обсязі навчального матеріалу

такий його зміст, який має більшу пізнавальну силу, де:

- окреслені основні теоретичні засади змісту принципу генералізації навчання природничих і технічних дисциплін у ЗВО засобами ІЦТ в умовах впровадження компетентнісного, діяльнісного, особистісно зорієнтованого, системного та ресурсного підходів;

- окреслені основні засади реалізації принципу генералізації розвитку ІЦК в умовах сталого розвитку [107];

- визначені способи і прийоми реалізації генералізації в умовах хмаро орієнтованого освітнього середовища (ХООС) та комп'ютерної трансформації;

- встановлені правила, що забезпечують переструктурування змісту навчального матеріалу з метою цифровізації, що сприяє його систематизації і відповідно скороченню й ущільненню інформації;

- передбачено збільшення дослідницької ємності знань через використання ПК, а відповідно скорочення часу для його засвоєння, упорядковану структуру навчального матеріалу, що вивчається;

- окреслені тенденції здійснення інтегративного узагальнення навчального матеріалу не зменшуючи його пізнавальної можливості.

Таким чином, у розвитку ІЦК майбутніх фахівців професійної освіти з ІЦТ у ЗВО методологічний принцип генералізації у процесі пізнання є важливим технологічним інструментом наукового обґрунтування обсягу інформації для засвоєння суб'єктами навчання в умовах побудови техногенно-інформаційного суспільства.

Дослідження психологів показали, що кожні 5 хв. у суб'єктів навчання має змінюватися діяльність, що спричинюється новими ситуаціями. Ланцюг таких видів діяльності є реакцією на систему нових ситуацій, які ґрунтуються на попередньому вченні. Здійснюється перенесення пізнання від наявного до наступного. Цей процес називається генералізацією пізнання [20, с. 16–23], який ми переносимо на розвиток ІЦК студентів у навчанні ФТД. Сфера проблем, де суб'єкт пізнання здійснює пошук системної схожості оцифрованих пізнавальних засобів для подолання плинності та мінливості, різноманітності

та багатообразності, ми позначили поняттям «генералізація» [14, с. 32].

У педагогічних науках поняття «методологія» та «генералізація» тісно пов'язані з *моделюванням*. З методичної точки зору важливо сформувані в майбутніх фахівців ЦТ навички реалізації принципу моделювання: на прикладі історичного розвитку впровадження його у наукові дослідження починаючи з древньогрецьких мислителів [85; 125] до сучасних поглядів на проблему, що викладено у монографії [107, с. 95–96].

У майбутніх фахівців ЦТ варто сформувані уявлення, що інтерпретація гносеологічної ролі моделей древніх мислителів була різною і залежала від філософських роздумів того чи іншого мислителя. Відповідно їхні моделі склали необхідний елемент природничо-наукового пізнання. Характерним є те, що вони не обмежувалися математичним формалізмом і прагнули зрозуміти об'єктивний зміст вчення, якісну сторону висунутої ними гіпотези.

Моделі є певною ідеалізацією й моментом відображення історично минулої наукової картини світу (НКС). Сутність у тому, як обґрунтовані моделі для сприйняті майбутніми фахівцями ЦТ у навчанні ФТД, як ґрунтовно з'ясовані, в чому полягають їхні історичні функції. Ще починаючи з часів Римської імперії і до XVII ст. наука в Європі була в занепаді. Проблеми науки майже не розвивалися аж до Г. Галілея, який використовував мисленні моделі (хоч такого терміну не вживав) у бесіді Сагредо з Сальвіаті [44].

І. Ньютон вважав істиною лише те, що доведено експериментом і строго доведено дедуктивно з принципів, але не обходився без моделей. Відомі метод Ньютона (або дотичних чи лінеаризації), метод січних, формула Ньютона-Котеса [13; 14]. Як і у Г. Галілея, тут модель виступає ідеалізованою абстракцією у сполученні з наочністю й експериментом.

Методологічне значення має ознайомлення студентів із діяльністю науковців XVII–XVIII ст. в частині моделювання оптичних та електричних явищ за аналогією з механічними, розглядаючи, наприклад, світло як коливання «ефірної матерії» (Гюйгенс) або потік корпускул (Ньютон), або порівнюючи електричний струм із плином рідини у трубках (Ерстед, Фарадей), рух

молекул у газі – з рухом більярдних куль (Максвелл), будову атома з будовою Сонячної системи (планетарна модель атома Бора) та ін. [85].

У цьому випадку розуміння фізичних моделей зливається з поняттям фізичних аналогій як подібності систем, що складаються з елементів різної фізичної природи, але що володіють однаковою структурою. Часто такі моделі називаються моделями-аналогами або просто аналогами.

Узагальнюючи вказані підходи у дослідженні ми використовуємо власні моделі-аналоги у вигляді структурно-логічних схем, що відповідають об'єктам пізнання [105]. З таких моделей створюється банк суперечностей.

У XVII–XVIII ст. винахідники дискутували про фундаментальні теорії відносно природи світла, теплоти, електрики та використовували мисленні моделі, а згодом і моделі-аналогії. Дж. Максвелл розглядаючи дослідження А. Ампера, Е. Ерстеда, М. Фарадея узагальнив їхні ідеї та сформулював метод фізичної аналогії, який пізніше одержав назву – метод математичного моделювання [69]. У науковому світі методологічні дискусії про роль моделей у науковому пізнанні виникли на базі модельних уявлень М. Фарадея про силові лінії електричного поля та моделі ефіру [30; 116].

Мисленні моделі слугували чуттєво-наочною основою О. М. Бутлерову й А. Кекуле для створення теорії теплового руху і теорії хімічної будови речовин [114]. У «Балтіморських лекціях» В. Томсон використовує моделі пружних тяг, гіроскопів, махових колес, взаємодіючих куль, блоків, вихорів, зубчатих передач та ін. Вчений висловлювався за побудову моделей як обов'язкову умову розуміння внутрішньої сутності явища, хоч намагався все звести до механістичної її форми [128].

Метод фізичних аналогій та моделей не можна використовувати у буквальному розумінні явищ чи процесів. У цьому доцільно слідувати Дж. Максвеллу: «Для співставлення фізичних уявлень без прийняття спеціальної фізичної теорії необхідно освоїтися з існуванням фізичних аналогій. Переходячи від загальної аналогії до спеціальної, ми знаходимо схожість у математичній формі явищ двох різних областей природи, які

служували, наприклад, основою фізичної теорії світла» [54, с. 12–13].

Х. Герц, Г. Лоренц, М. О. Умов та ін. [85; 112] термін «модель» застосовують тоді, коли виникла необхідність зобразити деяку область явищ за допомогою іншої, яка є вивченою, легшою для розуміння.

Грунтовний філософський і методологічний аналіз ролі моделей у науковому пізнанні зробив М. О. Умов. Побудову моделей він розглядав як важливий засіб пізнання нескінченного об'єктивного світу [112, с. 191].

У ХХ ст. в науках про природу (астрономія, фізика, хімія, біологія) та техніці термін «модель» почали вживати в іншому значенні: не для позначення теорії, а для позначення того, що вона описує. Під моделлю стали розуміти уявлення про практично створену структуру, яка відтворює ту частину дійсності, яка запрограмована для дослідження в спрощеній чи наочній формі [99].

В. А. Штоф у роботі «Моделювання і філософія» привів визначення поняття моделі: «Під моделлю ми розуміємо систему, яка подумки представляється або матеріально реалізується і, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна заміщати його так, що вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт». «Моделі – мисленні ідеалізовані системи, в яких відображаються реальні об'єкти і виконуються вихідні принципи і виділені з них закони» [122, с. 153].

Розробка діалектично-матеріалістичного розуміння моделей належить С. І. Вавілову. Він запропонував метод побудови теоретичних моделей способом модельних гіпотез. Підкреслював, що пізнання об'єктивного світу проходить складним шляхом комбінацій експериментальних даних, математичних гіпотез, екстраполяції й обережного якісного застосування класичних уявлень і моделей [12, с. 90].

Таким чином, починаючи з мислителів древньої Греції і закінчуючи ХХ ст. вчені використовували поняття моделі і під моделлю розуміли:

– створений образ досліджуваного об'єкта (модель): атом, молекула, газ, теплорід, електричний струм, ефір, галактика, РТ, двигун й ін., де відображені реальні властивості цих об'єктів і практичне їхнє застосування у техніці;

– реально існуючий своєрідно структурований об’єкт у вигляді установки, машини, агрегату.

Загальним у них є те, що модель представляє деяку кінцеву систему, описує ті чи інші сторони реального об’єкта. Модель в обох випадках не є теорією, а лише описується певною теорією, є предметом її дослідження.

Для різнобічного аналізу суперечностей та рушійних сил розвитку ІТК студентів – майбутніх фахівців ІТ ми визначили види цифрового моделювання (рис. 1.15) та застосували метод моделювання з використанням ПК, як потужного засобу опрацювання даних.

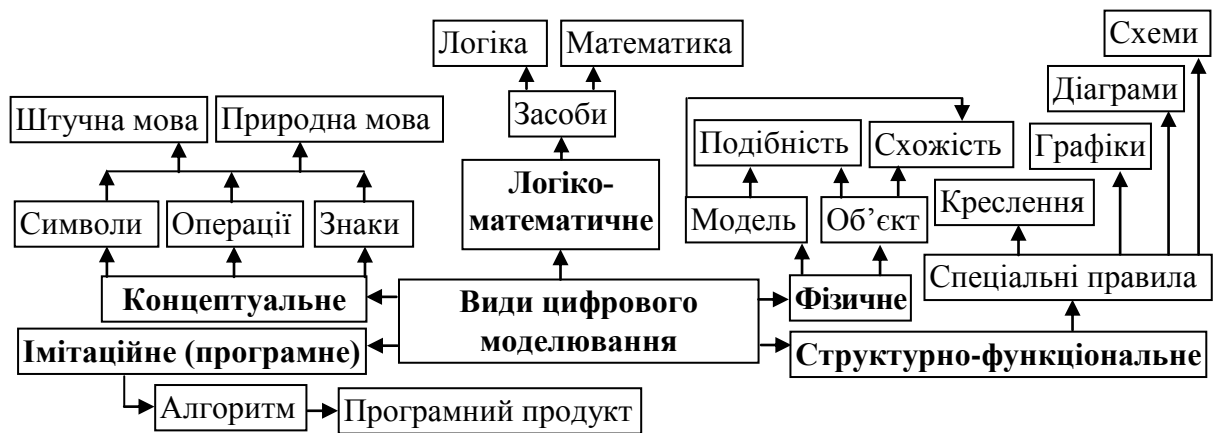


Рис. 1.15. Види цифрового моделювання

Після перетворення аналогової неперервної форми зображення в цифрову (аналогово-цифрове перетворення (АЦП) ↔ цифро-аналогове перетворення (ЦАП)) здійснюється комп’ютерна її обробка, якість якої залежить від адекватності моделі реального зображення та рівня розробки алгоритму обробки. Математично модель є системою функціональних залежностей, що описують характеристики зображення. До структури зображення входить оптична система, оптико-електричний перетворювач, АЦП та пристрій цифрової обробки зображення двомірними дискретними лінійними (система рівнянь) та нелінійними моделями, що показують динаміку поверхні просторових зображень. Оброблялися зображення програмою Matlab з пакетом прикладних програм Image Processing Toolbox. У нашому дослідженні він є достатнім інструментом для моделювання й дослідження методів обробки зображень.

Математичні моделі є основою системного аналізу. Моделювання

полягає у перенесенні одержаних у процесі побудови і дослідження моделі результатів на оригінал і базується на тому, що модель у наближенні відображає, відтворює, моделює, описує, імітує деякі шукані риси об'єкта.

Таким чином, іконічні моделі, де план вираження схожий з планом змісту, є наочними образами не лише елементів, а й структури і поведінки об'єктів, і фіксуються у вигляді схем, креслень, малюнків. Вона дає можливість виокремити основні функції моделей: практичну – в якості знаряддя чи засобу наукового експерименту; і специфічну – в формі теоретичного образу дійсності, де поєднано елементи логічного і чуттєвого, загального й одиничного, наочного і не наочного [13; 14].

Знакові оцифровані моделі також мають образно-наочний характер, хоч і не так яскраво як іконічні моделі. Прикладом можуть слугувати структурно-логічні схеми зображення навчального матеріалу, ходу думок вчених та ін. [84; 85]. Просторово-часово упорядкована знакова система нерідко виражає недоступні для чуттєвого споглядання відносини.

Моделювання великих реальних систем ми розглядаємо в сукупності елементів і зв'язків цілісної системи та її функціонування. Яскравим прикладом цього є три великі еволюційні теорії: теорія еволюції (Ч. Дарвін, I половина XIX ст.); другий закон термодинаміки (Л. Больцман, II половина XIX ст.); загальна теорія систем (Л. Берталанфі, В. М. Бестєрев, О. О. Богданов, Н. Віннер, М. Гелл-Манн, XX ст.). Перша велика еволюційна теорія – біологічна, стверджує, що у світі має місце безперервна еволюція складно організованих систем, а згідно другої ізольована система необоротно і цілеспрямовано просувається до рівноваги зі зростанням ентропії. Проте вказані теорії не суперечать одна другій, бо сформовані для принципово різних систем. Третьою є інтегрована теорія систем: кібернетика, системний аналіз, дослідження операцій, системна інженерія, синергетика, мехатроніка.

Зокрема, великою системою є множина елементарних частинок. На початок XXI ст. їх нараховувалося близько 600 [116, с. 79–293]. На основі узагальнень висновків учених ми запропонували модель елементарних

частинок, яка ґрунтується на чотирьох типах частинок: фотони, адрони, лептони, гравітони і чотирьох типах фундаментальних взаємодій [85, с. 328].

Однією з сучасних теорій мікрофізіологічних явищ є солітонова модель, де в оцифрувальному вигляді формуються закони руху нервового імпульсу, механізм «зчитування» інформації з молекули РНК, резонансна модель молекули ДНК, коливальні спектри компонентів ракових клітин [85; 89]. Такий підхід має практичні результати з винайдення лікувальних апаратів – генераторів електростатичних і магнітних полів особливої конфігурації. Ознайомлення з вказаними явищами доцільно здійснювати під час опанування ФТД та спеціальних дисциплін. При цьому в студентів доцільно розвивати ІЦК.

У промові академіка І. Є. Тамма з нагоди вручення йому золотої медалі М. В. Ломоносова Нобелівський лауреат охарактеризував перспективи науки: «... поки пошуки систематики частинок знаходяться приблизно в такій же стадії, як пошуки періодичної системи елементів, коли ними починав займатися Менделєєв. Напрямок цей важливий і потрібний, але він не вирішить фундаментальної проблеми розуміння всіх законів мікросвіту. Це розуміння прийде, коли буде створена нова фізична теорія ... Зараз ми підходимо до нового етапу пізнання фундаментальних законів будови природи, з яких, як окремий випадок загального, повинні будуть випливати і квантова теорія, і теорія відносності, і теорія Ньютона ... Не можна передбачити, коли буде створена нова послідовна фізична теорія ... Але той факт, що величезна армія експериментаторів і теоретиків працює на цьому передовому для фізики фронті, дозволяє сподіватися, що цей час не за горами» [86].

Таким чином, технологія створення моделі з гносеологічної точки зору є певним ототожненням об'єкта з його образом, речовим аналогом досліджуваного об'єкта. В цьому випадку з розгляду виключаються уявні елементи такі як ідеальні й ідеалізовані об'єкти. Речові моделі є засобом здобуття знання і відрізняються від засобів пізнання: експериментальних установок, вимірних приладів, різних інструментів тощо.

На основі приведенного вище аналізу поняття моделювання ми виділяємо

методичний аспект розвитку ІЦК студентів у ході навчання цього поняття як фундаментального освітнього об'єкта, де одночасно відбувається:

- а) генералізація інтегративного навчального змісту;
- б) забезпечення індивідуальної освітньої траєкторії суб'єктів навчання.

У ході навчання ФТД студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» важливим аспектом є їх інтегративність.

Л. А. Сбруєва виділяє інтегровану якість особистості і розглядає її наступні характеристики: інтелектуальні навички через діагностику й аналіз педагогічних явищ і процесів; діяльнісну складову освітнього процесу через конкретизацію показників прийняття рішень колективної роботи; формування фундаментальних професійних знань та навичок [92, с. 76].

Проблему інтеграції досліджують С. М. Бабіна, А. В. Усова, які аналізують стан інтеграції технологічної та фізичної освіти в педагогічній науці; розглядають поняття освітнього простору навчання студентів, досліджують процесуальні зв'язки фізики та технологій, обґрунтовують концепцію педагогічної інтеграції як інтегративно цілісної системи [6] та ін.

Методисти С. І. Архангельський [3], І. Д. Бех [9], Г. М. Мешко [58, с. 68–75], В. О. Огнев'юк [64], В. І. Ярошовець [31] та ін. розроблюють й удосконалюють методи, способи та методичні прийоми інтеграції.

Дослідник теорії і практики педагогічної інтеграції І. Д. Бех вбачає три її рівні: рівень інтеграції окремих навчальних тем, рівень комплексної інтеграції навчальних дисциплін у формі дидактичних одиниць і рівень цілісності, тобто завершеності інтеграції у формі єдиного навчального предмета [9].

Високо оцінюючи результати вказаних дослідників необхідно визнати, що в силу введення новітніх парадигм освіти вони не могли акцентувати увагу на розвиток у студентів ІЦК, проте їхня методологія є значимою. В останні десятиліття ХХ ст. набули розвитку такі дисципліни як основи кібернетики, автоматизація, робототехніка, мехатроніка, де інтегруються дисципліни механічного, термодинамічного, акустичного, електричного, електронного, оптичного, атомного та ін. змісту, що потребують цифровізації.

У зв'язку з цим постає проблема системного аналізу вказаних напрямів, як інтегративного складника науки, техніки й технології, і на цій основі розвивати у студентів ІЦК. Завдання полягає не у детальному пізнанні різноманітності взаємозв'язків ЦТ, технічних і фундаментальних дисциплін, а в усвідомленості інтеграційних процесів, що відображаються у педагогічній інтеграції, яка існує у соціально-природному середовищі. При цьому не знімається завдання ознайомлення майбутніх фахівців із характеристиками знарядь праці, технічними системами, технологіями, засвоєння загальнотехнічних знань і вмінь, формування навички професійної діяльності.

У сучасних умовах діяльності ЗВО є необхідним у навчанні студентів ФТД розвивати ІЦК, яка має інтегрувати знання математичного, загальнотехнічного, інженерного циклів (STEM). У розробленій нами освітньо-професійній програмі спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» ми врахували таку інтеграцію в навчальних дисциплінах: комп'ютерна графіка, сучасні конструкційні матеріали, основи екології, планування виробництва та ін. (додаток Б.2). Програма передбачає міжпредметні зв'язки, сучасні технології. В основі такої програми лежить ідея інтегративності дисциплін фундаментальної підготовки, техніки й технологій, як необхідна умова реалізації принципу політехнізму.

Інтегративність навчальних дисциплін спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» передбачає розвиток у студентів ІЦК. Ефективність цього процесу буде забезпечено за умови:

- створення сприятливих умов для успішного формування компетентного фахівця, здатного діяти у конкурентному середовищі;
- фундаменталізації професійної освіти через упровадження інноваційних методів навчання ФТД, формування техніко-технологічного світогляду;
- дидактичної ефективності освітнього інтегративного середовища;
- впровадження у професійній освіті методу проектів, що забезпечує якість самостійної роботи студентів, як основи здобуття сучасної освіти, що ґрунтується на ІЦТ;

– цілісної множини педагогічних складових: ідей, парадигм, принципів, теорії, які визначають генералізацію, моделювання й інтеграцію.

Виходячи з визначених вимог ми прийшли до висновку, що інженер-педагог ЦТ має бути орієнтований на широку загальноосвітню, технічну і технологічну освіту. У професійній діяльності він бути компетентним приймати рішення у будь-яких педагогічних умовах, неперервно самостійно навчатися впродовж усього активного життя, поєднувати громадські й особисті інтереси. В цьому плані ми враховуємо досвід здобуття професійної освіти у ЗВО США, де в основу покладено принципи фундаменталізації, полікультурності, прогностичності [95].

Особливого значення набуває зміст поняття неперервної освіти. Сутність полягає у тому, що настає час, коли знання почали оновлюватися кожні 5–6 років. Культурно-освітній рівень фахівця має бути тотожним потребам суспільства, які прискорено оновлюються. Звідси і вимога навчатися впродовж усього життя. Розвиток ІЦК у майбутнього фахівця ЦТ складає ґрунтовні фундаментальні базові знання, світоглядну наукову систему узагальненого знання на базі загальноновизнаної методології.

Законами України «Про освіту» ст. 1, ст. 42 та «Про вищу освіту» ст. 32, ст. 50 передбачено широку академічну свободу, самостійне виконання навчальних завдань, забезпечення *фундаменталізації освіти*, як засобу розв'язання частини суперечностей в освітньому пізнанні.

Проблему фундаменталізації професійної освіти розглядали багато вчених. Так В. Г. Кінелев під фундаментальною освітою розуміє процес нелінійної діяльності людини в інтелектуальному середовищі і його вплив на особистість, в якому здійснюється збагачення власного внутрішнього світу й завдяки цьому примножується потенціал і самого середовища [34].

Дослідники Інституту інноваційних технологій і змісту освіти НАПН України визначили, що: «Фундаментальні знання формують здатність особи опановувати нові знання, орієнтуватися у проблемах, що виникають, виконувати задачі діяльності, що прогножуються. Фундаментальні знання є

інваріантні у відношеннях: напрями підготовки до певної галузі освіти; спеціальності до напрямку підготовки; спеціалізації до спеціальності» [40, с. 18].

О. В. Балахонов розглядає теоретико-методологічні основи процесу фундаменталізації як якісної зміни вищої освіти на основі принципу її фундаментальності [7, с. 16–17]. У термінах експертів «Римського клубу» це означає необхідність переходу від «підтримуючої» до «випереджальної» інноваційної освіти.

О. Г. Ростовська визначає фундаменталізацію як «впровадження в освітній процес теорій високого ступеня узагальненості, що мають підвищену інформаційну ємність та універсальну застосовність» [80, с. 13].

І. Ю. Асманова уточнює, що фундаменталізація освіти має відбуватися «не шляхом розширення навчальних планів за рахунок включення нових дисциплін, міждисциплінарних теорій чи методологічних знань, а шляхом зміни способу вивчення дисципліни» [4, с. 24–25].

Аналізуючи вплив фундаменталізації на методичну систему навчання, М. В. Садовников вказує, що «фундаменталізація освіти, як один із важливих зовнішніх факторів системи вищої педагогічної освіти, справляє найбільший вплив на такі компоненти цієї системи, як цілі та зміст. Інші компоненти теж є під впливом фундаменталізації, але в меншій ступені» [91, с. 10].

Е. Р. Соколова фундаментальну освіту трактує як освіту, засновану на фундаментальній природничо-науковій, гуманітарній, загальнопрофесійній та спеціальній підготовці, «що формує основи професійної та загальної культури сучасного фахівця, який володіє професійною мобільністю й креативним мисленням» [97, с. 16].

С. О. Семеріков виділяє ознаки фундаменталізації освіти: «а) виявлення універсальних базових знань, надання їм пріоритетного значення при набуванні інших знань; б) інтеграція освіти та науки; в) перебудова процесу навчання на основі принципів професійної та технологічної мобільності» [93].

Учасники міжнародного симпозіуму ЮНЕСКО, виходячи з ситуації, яка склалася у світі, актуалізують проблему пошуку нової парадигми освіти,

сутність якої визначають фундаментальність, її цілісність і спрямованість на задоволення інтересів особистості, визнали, що фундаментальна освіта має формувати глибокі теоретичні знання, критичне мислення і бути спрямованою на розв'язання проблем глобальної етики і глобальної відповідальності, як принципів норм нового гуманізму [100].

Таким чином, узагальнюючи праці вищевказаних дослідників *завдання фундаментальної освіти* полягає у забезпеченні ефективних умов для виховання гнучкого і багатогранного наукового мислення, різних способів сприйняття дійсності, створенні внутрішньої потреби саморозвитку і самоосвіти впродовж усього життя людини. Ми поділяємо точку зору, що головним завданням фундаментальної освіти є формування наукового способу мислення [107]. Компетентний фахівець повинен мати уявлення про основні закони мислення і його форми, уміти логічно міркувати. На основі проведеного аналізу визначень, властивостей та характеристик *фундаментальності* знань і критеріїв її ефективності ми виділяємо наступні *суттєві ознаки*:

- наукові знання трансформуються у знання навчальних дисциплін і їхня фундаментальність визначається ґрунтовністю наукового відкриття;

- фундаментальне наукове знання крім експериментальної та теоретичної складової володіє ще й інтуїтивною частиною і базується на філософській рефлексії суб'єктів навчання;

- формування фундаментального знання для розвитку ІЦК професійних фахівців базується на методології генералізації, моделювання, інтегративності та цифровізації;

- фундаментальне знання існує поза суб'єктами дослідження явища чи процесу і керується законами розвитку Всесвіту в широкому його розумінні;

- фундаментальне знання володіє ядром, рефлексією і метою функціонування є універсальним із сприйняття Всесвіту загалом.

Критеріями фундаментальності знань є їхня холістичність як системи, інтегративність, проблемність і некласичність.

З точки зору об'єкта та предмета навчальних дисциплін спеціальності

«Професійна освіта (Цифрові технології)» кожну з них окремо не можна визначати як фундаментальну за формальною ознакою. У кожній із них є теоретична, як правило, фундаментальна складова змісту і прикладні знання. Тому виходячи з результатів досліджень учених, що подані вище, фундаментальну частину можна виділити у змісті кожної з них.

Висновки до розділу 1

1. У ході дослідження *доведено*, що процес пізнання людством природних явищ і процесів є нескінченним процесом розв'язання суперечностей, що постійно виникають між об'єктом і суб'єктом, природою і пізнанням. *З'ясовано*, що у розвитку пізнання природознавства проявляється загальна суперечність між нескінченністю і необмеженістю предмета пізнання, цілісного прояву природи і скінченністю й обмеженістю пізнаної людиною її частини.

Виявлено дві суперечності, що виникають у суб'єктів пізнання будь-якого закону, явища: а) конструктивна, що приносить суспільству, майбутньому фахівцю професійної освіти з ЦТ користь і задовольняє його потреби; б) руйнацька, коли членам суспільства, а відповідно й освітньому процесу внаслідок впливу суб'єкта на об'єкт наноситься шкода. *Доведено*, що історичне розв'язання суперечностей між експериментальною технікою і теорією теплоти забезпечило узагальнення фактів, виокремлення поняття РТ і визначало шлях до створення промислової теплотехніки. Здобутки теплотехніки в XVII–XVIII ст. були результатом задоволення потреб суспільства, що проявилось у розширенні видобутку кам'яного вугілля в шахтах, що супроводжувалося відкачуванням рудникових вод і вентиляцією тунелів шахт, а це в свою чергу вимагало створення досконаліших засобів виробництва. Загалом така еволюція привела до впровадження в обіг понять науково-технічна революція та НТП.

2. *Встановлено*, що логіка розвитку об'єкта і суб'єкта здійснюється за алгоритмом: в міру накопичення фактів виокремлювалися такі, які є флуктуаціями у визнаній раніше теорії і вносять до неї певні збурення, бо ця

теорія їх вже не може пояснити. З накопиченням такого виду фактів у науці розширюється збурення, яке може привести до точки біфуркації і в кінцевому випадку створення науки на новій теоретичній і понятійній основі. У цьому випадку незмінними і фундаментальними залишаються лише факти. Зокрема, класична механіка й електродинаміка Максвелла у XVIII–XIX ст. стали домінуючими і все більше впливали на розвиток техніки, виробництво.

Досліджено, що нині стрімке виникнення та розвиток робототехніки та мехатроніки є проявом прикладної функції науки, що стала порівняльною з пізнавальною на відміну від XVIII ст., коли прикладними були практично спрямовані факти. З Нового часу в західній культурі природознавство почало зближуватися, а потім упроваджувати у техніку, почав розвиватися системний підхід до аналізу об'єктів із такими ж, як і в науці, підходами – математикою й експериментом. *Встановлено*, що впродовж декількох століть утверджувалася ідея потреби в спеціальному осмисленні ролі техніки у зв'язку зі зростанням її значення в НТП XIX–XX ст. *Зроблено висновок*, що ланцюжок еволюції має наступну структуру: незнання → передбачуване знання → достовірне знання → утвердження нової теорії (закону). У фізиці, як основі НТП, такий рух одержав обґрунтування у принципі відповідності: для того, щоб переконатися в правильності нової теорії, необхідно накласти її на стару і з'ясувати умови, за яких нова теорія переходить у стару.

3. *Встановлено*, що закономірним у розвитку техніки та науки є удосконалення та зміна РТ машин. Використовуючи РТ воду, водяну пару, газ теорія парової машини на два століття відставала від практики її теоретичного конструювання. Теорія електричних машин, де РТ є електрична енергія, а робочою машиною є електродвигун, виникла теж пізніше порівняно з практикою конструювання та виготовлення таких машин. Передумовою використання атома як РТ уже виступила теорія. У перших двох випадках мають місце однакові за характером і природою суперечності між наукою та технікою. У третьому випадку провідною вже є наука. *Запропоновано* ввести до змісту посібників і підручників з ФТД поняття РТ та інтегративного РТ, а

відповідно сформувані методику навчання поняття РТ для робочих машин. На цій основі *сформовані* умови розвитку ІЦК у ході навчання ФТД у ЗВО.

4. *Розглянуто* методологічні та гносеологічні умови реалізації принципу генералізації знань суб'єктами навчання: побудову курсу навчальної дисципліни *пропонується* здійснювати з виділенням основних структур і понять; організовувати матеріал навчання в порядку логічного розгортання цих структур у міру їхньої конкретизації в систему математичної науки; вивчення конкретних математичних структур має здійснюватися з виявлення загальних фундаментальних властивостей; створена структура сильніше взаємодіє з новими знаннями, ніж окремі факти; чим більше різних зв'язків нових знань з уже наявними в довготривалій пам'яті може бути встановлено, тим глибше розуміння нового матеріалу, тим вищий рівень компетентності.

5. *Встановлено*, що технологія створення моделі з гносеологічної точки зору є певним ототожненням об'єкта з його образом, речовим аналогом досліджуваного об'єкта, введено поняття видів 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 застосування моделювання у пізнанні приводить до відтворення властивостей, структури і функцій об'єкта знань за визначеними критеріями, в результаті чого одержується замітник об'єкта. Тому значення, отримані на моделі, не є істинними по відношенню до об'єкта-оригіналу. Наукову інформацію ми *пропонуємо* сприймати як ймовірнісну, відповідно методика побудови моделі об'єкта, що вивчається полягає у тому, що пізнається не сама модель, бо вона в якихось наближеннях подібна з оригіналом, а її елементи та зв'язки між ними об'єднані у систему. Для отримання достовірного знання в оригіналі, потрібно отриману інформацію перенести, застосовуючи прийоми аналогії на сам об'єкт-оригінал, і перевірити її на ньому самому.

Сучасна наука розвиває метод моделей і підсилює їхню роль у пізнанні

об'єктивного світу. З виникненням електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) широкого поширення набуває математичне моделювання явищ природи, технічних пристроїв, оцифрування інформації, як нового виду моделювання.

Основні наукові положення розділу викладено в опублікованих працях [69; 85; 86; 87; 88; 89; 90; 105; 106; 107; 108; 109; 110].

Список використаних джерел до розділу 1

1. Алексюк А.М. Педагогіка вищої освіти України. Історія. Теорія: підручн. для студ., аспіран. та мол. викл. вищ. навч. закл. Київ: Либідь, 1998. 560 с.
2. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. Ленинград: изд. Ленинградского ун-та, 1968. 339 с.
3. Архангельский С.И. Лекции по дидактике высшей школы. Москва: Высшая школа, 1971. 63 с.
4. Асманова И.Ю. Развитие системного мышления студента как условие фундаментализации и профессионализации усваиваемых знаний : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Ставропольский гос. ун-т. Ставрополь, 2004. 178 с.
5. Ахундов М.Д., Баженов Л.Б. Философия и физика в СССР. Москва: Знание, 1989. 64 с.
6. Бабина С.Н. Формирование инженерной и технологической культуры учащихся: монография. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2014. 168 с.
7. Балахонов А.В. Фундаментализация высшего медицинского образования на основе системного естественнонаучного знания : автореф. дис. на соискание учен. степени д-ра пед. наук : 13.00.08. Санкт-Петербург, 2007. 52 с.
8. Белоконь Н.И. Термодинамика. Москва: Госэнергоиздат, 1954. 417 с.
9. Бех І.Д. Інтеграція як освітня перспектива. *Початкова школа*. 2002. № 5. С. 5–6.
10. Блауберг И., Садовский В., Юдин Э. Системные исследования и общая теория систем. *Системные исследования. Методологические проблемы*. 1969. С. 15–16.
11. Будіщев М.С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна

техніка: підручник. Львів: Афіша, 2001. 424 с.

12. Вавилов С.И. Собр. соч. Москва: Изд. АН СССР, 1956. Т. III. С. 90.

13. Веников В.А. Некоторые методологические вопросы моделирования. *Вопросы философии*. 1964. № 11. С. 73–79.

14. Визуальный образ (междисциплинарные исследования) / отв. ред. И.А. Герасимова. Москва: ИФРАН, 2008. 247 с.

15. Виргинский В.С. Очерки истории науки и техники XVI-XIX веков (до 70-х гг.). Москва: Просвещение, 1984. 287 с.

16. Выготский Л.С. Педагогическая психология; под ред. В.В. Давидова. Москва: Педагогика-Пресс, 1996. 536 с.

17. Г.С.Костюк – особистість, вчений, громадянин / за ред. С.Д. Максименка; упоряд. к. псих. н. В.В. Андрієвська. Київ: Ніка-Центр, 2010. 216 с.

18. Гегель Г. Наука логики: в 3-х т. Москва: Мысль, 1970. Т. 1. 501 с.

19. Гельфер Я.М. История и методология термодинамики и статистической физики. Изд. 2-е перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 1981. 536 с.

20. Ги Лефрансуа Теория научения. Формирование поведения человека. Санкт-Петербург: прайм-ЕВРОЗНАК, 2003. 288 с.

21. Глушков В.М., Амосов М.М. Энциклопедия кибернетики: в 2 т. Київ: Вища школа, 1975. Т. 1 (А-М). 607 с.; Т. 2 (М-Я). 620 с.

22. Гончаренко С.У., Кушнір В.А. Методологія як важливий складник наукового дослідження в педагогіці. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*: наук.-метод. журнал. 2002. Вип. 4(8). С. 15–24. URL: [http://lib.iitta.gov.ua/Методологія як важливий складник.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/Методологія%20як%20важливий%20складник.pdf) (дата звернення: 04.01.2019).

23. Горлач М.І. Філософія: підручник. Харків: Консум, 2001. 671 с.

24. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. Москва: ИНТОР, 1996. 544 с.

25. Декарт Р. Першоначала філософії. Сочинения в двух томах. Москва: Мысль, 1989. Т. 1. 658 с.

26. Драгунов В.П., Неизвестный И.П., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники: учеб. пос. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. 332 с.

27. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для студ. вузов. Изд. 6-е испр. и доп. Москва: Академия, 2006. 608 с.
28. Загальна електротехніка з основами автоматики: навчальний посібник / Т.В. Левченко та ін. Київ: Аграрна освіта, 2010. 358 с.
29. Загвязинський В.І., Атахов Р. Методология и методы психолого-педагогического исследования. Москва: Академия, 2003. С. 173–199.
30. История электротехники / под ред. И.А. Глебова. Москва: Изд-во МСТИ, 1999. 524 с.
31. Історія філософії: підручник / Ярошовець В.І., Бичко І.В., Бугров В.А. та ін.; за ред. В.І. Ярошовця. Київ: Вид. ПАРАПАН, 2002. 774 с.
32. Кедров Б.М. Единство диалектики, логики и теории познания. Москва: КомКнига, 2006. 296 с.
33. Кизима В.В. Діалектика. *Філософський енциклопедичний словник* / В.І. Шинкарук (голова редкол.) та ін. Київ: Абрис, 2002. 742 с.
34. Кинелев В.Г. Фундаментализация университетского образования. *Высшее образование в России*. 1994. № 4. С. 6–13.
35. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. Москва: Энергоатомиздат, 1983. 416 с.
36. Киричок О.Б. Філософія: підручник для студ. Полтава: РВВ ПДАА, 2010. 381 с.
37. Клименко В.М., Шиліна О.П., Осадчук А.Ю. Технологія конструкційних матеріалів: навч. посібн. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. Ч. 1. 97 с.
38. Коллингвуд Р. Идеи истории. Москва: Мир, 1980. 491 с.
39. Комп'ютерні технології в освіті: навч. посібн. / Жарких Ю.С., Лисоченко С.В., Сусь Б.Б., Третяк О.В. Київ: Вид.-полігр. центр «Київський університет», 2012. 239 с.
40. Комплекс нормативних документів для розроблення складових системи галузевих стандартів вищої освіти / за заг. ред. В.Д. Шинкарука. Київ: МОН України; Інститут інновац. технологій і змісту освіти, 2008. 69 с.
41. Концепція розвитку педагогічної освіти: Наказ МОНУ від 16 липн.

2018 р. № 776. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-konceptsiyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti> (дата звернення: 31.01.2019).

42. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80/ed20180117#n23> (дата звернення: 27.01.2019).

43. Корець М.С. Теорія і практика технічної підготовки вчителів трудового навчання: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2006. 503 с.

44. Кудрявцев П.С. Курс истории физики: учеб. пос. для студ. пед. ин-тов по физ. спец. Изд. 2 испр. и доп. Москва: Просвещение, 1982. 448 с.

45. Кун Т. Структура научных революций: с вводной статьей и дополнениями 1969 г. Москва: Прогресс, 1977. 300 с.

46. Курносое А.И., Юдин В.В. Технология производства приборов и интегральных микросхем: учебн. пособие для вузов. Изд. 3-е. Москва: Высшая школа, 1986. 368 с.

47. Кучерук І.М., Дущенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика: навч. посібник. Вид. 2-ге. випр. Київ: Техніка, 2006. 532 с.

48. Лакатос И. Избранные произведения по философии и методологии науки. / пер. с англ. Москва: Академ. Проект; Трикста, 2008. С. 281–462.

49. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Изд. 3-е. Москва: Наука, 1986. 736 с.

50. Ландсберг Г.С. Оптика. Москва: Физматлит, 2003. 848 с.

51. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. Москва: Педагогика, 1981. 186 с.

52. Ломоносов М.В. Избранные труды по физике и химии. Классики науки. Москва: Изд. АН СССР, 1961. 560 с.

53. Льюис М. История физики. Москва: Мир, 1970. 464 с.

54. Максвелл Д.К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля / под ред. П.С. Кудрявцева. Москва: Гостехиздат, 1952. 691 с.

55. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм: учеб. пособ. Москва: Высшая школа, 1983. 463 с.
56. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Укл.: Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрмоменко. Харків: УЦЗУ, 2008. 136 с.
57. Мах Е. Познание и заблуждение. Москва: БИНОМ, 2003. 456 с.
58. Мешко Г.М. Вступ до педагогічної професії : навч. посіб. Київ: Академвидав, 2010. 200 с.
59. Мещанинов О.П. Методики оцінки розвитку університетської освіти. Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2006. 96 с.
60. Могильницький Б.Г. Оприроде исторического познания. Томск: Изд-во ТГУ, 1978. 248 с.
61. Національна доповідь про стан і перспективи розвитку освіти в Україні / за заг. ред. В.Г. Кременя. Київ: Педагогічна думка, 2016. 448 с.
62. Новейший философский словарь / сост. и гл. н. ред. А.А. Грицанов. Изд. 3-е испр. Минск: Книжный Дом, 2003. 1280 с.
63. Овчарук О.В. Сучасні вимоги до цифрової грамотності в системі шкільної освіти: на основі рамки цифрової компетентності DigComp 2.0. *Нова педагогічна думка*. 2017. № 4. С. 32–35.
64. Огнев'юк В.О. Освіта в системі цінностей сталого людського розвитку (світоглядно-методологічний аспект): дис... д-ра філос. наук: 09.00.03 / Київський нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2003. 412 с.
65. Освіта в Україні: базові індикатори. Інформаційно-статистичний бюлетень. Київ: ДНУ «Інститут освітньої аналітики», 2018. 209 с.
66. Павлов И.П. Полное собрание сочинений. Изд. 2-е, доп. Москва–Ленинград: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 3. 439 с.
67. Парселл Э. Электричество магнетизм. Серия «Берклеевский курс физики». Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1983. Т. 2. 416 с.
68. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів: підручник. Вид. 2-ге, доп. і перероб.; За ред. Г.С. Писаренка. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.
69. Подопрігора Н.В., **Трифенова О.М.**, Садовий М.І. Математичні

методи фізики: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. 300 с.

70. Попова Т.М. Культурно-історична складова змісту навчання фізики в загальноосвітній школі : теорія, методика, практика : монографія. Керч : РВВ КДМТУ, 2009. 348 с.

71. Поппер К. Логика и рост научного знания ; перевод с англ. Москва: Прогресс, 1983. 605 с.

72. Про вищу освіту: Закон України від 01 липн. 2014 р. № 1556-VII. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>. (дата звернення 07.01.2019).

73. Про Державний бюджет України на 2018 рік: Закон України від 7 груд. 2017 р. № 2246-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2246-19> (дата звернення: 12.06.2019).

74. Про Національну доктрину розвитку освіти: Указ Президента України від 17 квіт. 2002 р. № 347/2002. URL: <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/347/2002> (дата звернення: 01.02.2019).

75. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки: Указ Президента України від 25 черв. 2013 р. № 344/2013. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 01.02.2019).

76. Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020»: Указ Президента України 12 січ. 2015 р. № 5/2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015> (дата звернення: 24.02.2019).

77. Противоречия в развитии естествознания / под общ. ред. члена-корр. АН СССР Б.М. Кедрова. Москва: Наука, 1965. 351 с.

78. Пуанкаре А. Наука и гипотеза. *О науке*; пер. с фр. под ред. Л.С. Понтрягина. Изд 2-е стер. Москва: Наука, 1990. С. 5–196.

79. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: пособие для учителей. М.: Просвещение, 1975. 272 с.

80. Ростовская Е.Г. Дифференцированное обучение как условие подготовки конкурентоспособного специалиста в системе среднего профессионального образования: автореф. дис. на соискание науч. степени

канд. пед. наук: 13.00.08. Ставрополь, 2005. 27 с.

81. Рубинштейн С.Л. Избранные философско-психологические труды. Основы онтологии, логики и психологии. Москва: Наука, 1997. 463 с.

82. Садовий М.І. Наукові школи в Україні: наук.-метод. матеріали. Кіровоград: Прінт-Імідж, 2002. 21 с.

83. Садовий М.І. Окремі питання методології методики навчання фізики. *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ, 2010. Вип. 22. С. 416–422.

84. Садовий М.І. Теоретичні і методичні основи становлення і розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2001. 517 с.

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

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

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

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

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

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

91. Садовников Н.В. Теоретико-методологические основы методической подготовки учителя математики в педвузе в условиях фундаментализации образования : автореф. дис. на соискание учен. степени д-ра пед. наук:

13.00.02. Саранск, 2007. 41 с.

92. Сбруєва Л.А. Порівняльна педагогіка. Вид. 2-е вид., стер. Суми: Університетська книга, 2005. 320 с.

93. Семеріков С.О. Фундаменталізація навчання інформаційних дисциплін у вищій школі: монографія / наук. ред. академік АПН України, д.пед.н., проф. М.І. Жалдак. Кривий Ріг: Мінерал – Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. 340 с.

94. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Изд. 5-е испр. в 3-х т. Москва: Физматлит, 2005. Т. I. 498 с. Т. II. 544 с. Т. III. 688 с.

95. Сидоренко В.К., Білевич С.В. Фундаменталізація професійної підготовки як один з пріоритетних напрямів розвитку вищої освіти в Україні. *Вища освіта України*. 2004. № 3. С. 35–41.

96. Сисоєва С.О., Кристопчук Т.Є. Методологія науково-педагогічних досліджень: підручник. Рівне: Волинські обереги, 2013. 360 с.

97. Соколова Э.Р. Фундаментализация содержания дисциплины «Инженерная графика» в ССУЗ машиностроительного профиля : автореф. дис. на соискание учен. степени д-ра пед. наук : 13.00.02. Казань, 2007. 22 с.

98. Соціолого-педагогічний словник. Вид. 2-ге. / за заг. ред. В.В. Радула. Харків: Мачулін, 2015. 444 с.

99. Стеценко І.В. Модельовання систем: навч. посіб. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с.

100. Структура ІКТ-компетентности учителей: рекомендации ЮНЕСКО / United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Редакция 2.0. Русский перевод. Париж: ЮНЕСКО, 2011. VIII. 109 с. URL: <http://iteach.com.ua/files//content/5EDCFd01.pdf> (дата звернення: 16.05.2019).

101. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: навч. пос. / Г.Г. Швачич, В.В. Толстой, Л.М. Петречук, Ю.С. Іващенко, О.А. Гуляєва, О.В. Соболенко. Дніпро: НМетАУ, 2017. 230 с.

102. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: навч. вид. / Укл.: Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. Київ: Вид.центр

НАУ, 2008. Ч. II. Металознавство. 367 с.

103. Ткачук А.І. Технічна механіка: Курс лекцій. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2015. 260 с.

104. Ткачук С.І., Коберник О.М. Основи теорії технологічної освіти : навч. посібн. Умань: Вид.-поліграф. центр «Візаві», 2014. 304 с.

105. 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.

106. 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.

107. 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.

108. 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.

109. 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.

110. 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.

111. Тулмин С. Человеческое понимание; пер. с англ. / общ. ред. и вступ. ст. П.Е. Сивоконя. М.: Прогресс. 1984. 327 с.

112. Умов Н.А. Собрание сочинений. Москва: Типолитография т-ва

И.Н. Кушнерев и К°, 1916. Т. 3. 720 с.

113. Фейербах Л. Основные положения философии будущего. *Сочинения*: в 2 томах; пер. с нем. Москва: Наука, 1995. Т. 1. 502 с.

114. Фигуровский Н.А. Очерк общей истории химии. От древнейших времен до начала XIX века. Москва: Наука, 1969. 116 с.

115. Храмов Ю.А. История физики. Київ: Фенікс, 2006. 1176 с.

116. Храмов Ю.А. Физики: Биографический справочник ; под ред. А.И. Ахиезера. Изд. 2-е испр. и доп. Москва: Наука, 1983. 400 с.

117. Хуторський А.В. Педагогическая инноватика: методология, теория, практика: научное издание. Москва: Изд-во УНЦДО, 2005. 222 с.

118. Царенко О.М. Матеріалознавство й технологія конструкційних: навч. посібн. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2001. 208 с.

119. Чолпан П.П. Фізика: підручн. для студ. природничих ф-тів і пед. ун-тів. Вид. 3-тє перероб. і доп. Київ: Знання, 2015. 663 с.

120. Шалабаев Е.В. Технические и практические проблемы развития мехатроники. *Современные технологии*. 2001. С. 46–67.

121. Шишкіна Є.К., Носирев О.О. Методологія наукових досліджень: навч. посіб. Х.: Діса плюс, 2014. 200 с.

122. Штофф В.А. Моделирование и философия. Москва-Ленинград: Наука, 1966. 302 с.

123. Экспериментальная психология: сб. ст. / ред.-сост. П. Фресса, Ж. Пиаже; пер. с франц.; общ. ред. А.Н. Леонтьева. Москва: Прогресс, 1966. Вып. 1. 429 с.

124. Эльконин Д.Б. Психология развития человека. Москва: Аспект Пресс, 2001. 460 с.

125. Brummelen van G. Lunar and planetary interpolation tables in Ptolemy's *Almagest*. *Journal for the history of astronomy*. 1994. № 25. P. 297–311.

126. Meitner L., Strassman P., Hahn O. *Phys.*, 1928, 109, S. 538.

127. Mollier R. Ein neues. Diagramm fu?r Dampf-Luftgemische. *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*. 1923. No. 36.

128. Thomson W. Baltimore lectures on molecular dynamics and wave theory of light. London, 1904. 89 p.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРІЯ І МЕТОДОЛОГІЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Розвиток і еволюція якості професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» на засадах сталого розвитку

У ході дослідження ми встановили (див. п. 1.5), що поняття інтеграції й інтегративності, їхні властивості є актуальними у сучасній освітній парадигмі.

Тенденції розвитку освіти України переважно визначаються принципами інтеграції в Європейський і світовий простір. Тому інтеграційний процес полягає в адаптації освітніх європейських норм і стандартів до української реальності. Перетворення національної системи вищої освіти спрямовані на забезпечення мобільності, працевлаштування та конкурентноспроможності фахівців із вищою освітою, зокрема майбутніх фахівців ЦТ. Доступність і якість навчання стають необхідною нормою сучасної школи.

Розвиток психолого-педагогічної науки здійснюється поступально та суперечливо і дає свої результати не відразу, а через певний час. У такому еволюційному русі інновації можуть затіняти його еволюціонуючу роль і сутність особливо, коли вони слідуєть ці моди. Яскравим прикладом є досить короткий «спалах» запровадження Болонського процесу в освітній простір України. У 2005 р. тодішній міністр освіти і науки України С. М. Ніколаєнко підписав угоду про входження в європейський освітній простір. Це була спроба пориву в освіту Європи. На практиці почали копіювати те, що вже в Європі видозмінилося і перетворилося у традиції. Болонський процес був ініційований Європейськими ЗВО на початку 50-х рр. ХХ ст. і спрямовувався на узгодження ринку праці випускників і навчальних планів зі створення умов для мобільності студентів. Це не означало створити шаблон діяльності європейських університетів. Дипломи одержані після завершення навчання в одній державі автоматично не визнавалися і не

визнаються в іншій, коли випускник працевлаштовується. Свої знання фахівець повинен підтвердити на нових іспитах в іншому університеті. У 2012 р. європейський Болонський процес набув іншої форми і змісту. Україна приєдналася до Болонського процесу на завершальному етапі реалізації його задумів, які в Європі були упроваджені під кінець 2009 р. Проте він дав імпульс процесам модернізації освіти, які підтримані ООН, Радою Європи, Організацією економічного співробітництва та розвитку. Він не був універсальним, і до нього не приєдналися університети США, Японії, Китаю та ін. Тому вивчення, узагальнення та впровадження елементів інновацій має сприяти розвитку освіти в Україні, а не сліпому копіюванню запозиченого.

На практиці одержується: те, що було побудовано в Україні, зазнало руйнацій, а в заміні нічого системного та перспективного не побудовано. Згідно теорії самоорганізуючих систем (див. пп. 1.1), це шлях до хаосу. Європа інтенсивно створює умови для «вимивання» інтелекту з інших держав. Цього вимагають її виробничі потреби, що ґрунтуються на інтенсивних технологіях.

За цих умов засадничою основою розвитку освіти в Україні запроваджено *сталий розвиток*. Поняття «Концепція сталого розвитку» (англ. sustainable development) має тривалу історію становлення [8; 79; 94] (рис. 2.1). В основі ідеї сталого розвитку покладено: визнання людини основною цінністю; гармонійний, рівномірний, збалансований її розвиток; процес змін використання природних ресурсів, розвиток продуктивних сил, розвиток особистості, що погоджений один із другим і зміцнює накопичений і майбутній потенціал держави, де в основі є якість життя людей.

Згідно з визначенням Комісія Брундтланд у 80-х рр. XX ст. сталий розвиток розглядає як такий, що не шкодить нинішньому і майбутнім поколінням у задоволенні їхніх потреб. Це поняття має історичний розвиток і було вперше введено у науковий обіг у працях В. І. Вернадського [16]. Тривалий час вважалося, що прискорений розвиток і техногенний тиск виробництва на Природу збалансований. Але починаючи з 60-х рр. XX ст. суспільство стало звертати увагу, що у Природі відсутня така збалансованість і

збереження довкілля перетворилося глобальну проблему людства. У 1972 р. конференція ООН з екології прийняла відповідні документи, а невдовзі Римський клуб окреслив для Землі умови глобальної динамічної рівноваги. На рис. 2.1. подано структурно-логічну схему [94] послідовного розв'язання цієї глобальної проблеми, яке було прийнято у Йоганнесбурзі у 2002 р.

Всесвітнім самітом із питань сталого розвитку були прийняті засади сталого розвитку та показники, які їх характеризують. У 80-х рр. ХХ ст. розглянуто більше 70 визначень поняття сталого розвитку та сформувалися поняття «зрівноважений», «збалансований», «екологічний» розвиток [26].

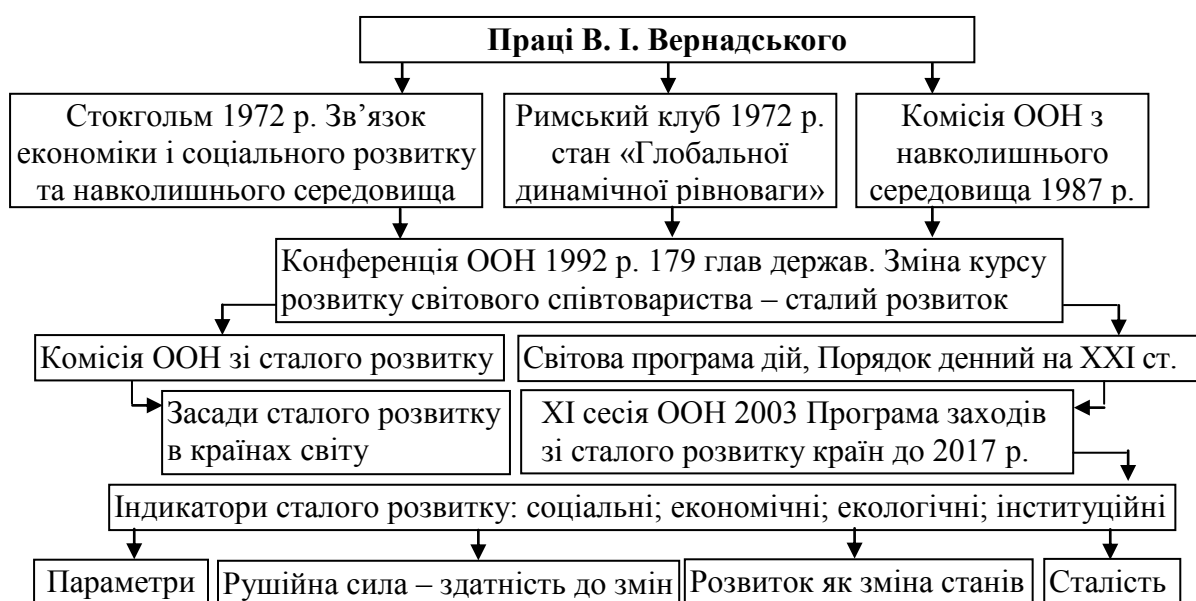


Рис. 2.1. Еволюція становлення поняття сталого розвитку

Визначення сталого розвитку, коли природні ресурси, людство і фінанси управляються і використовуються для поліпшення благоустрою людей у майбутньому дав Інститут світових ресурсів та Світовий банк [26].

Б. М. Данилишин, С. І. Дорогунцов, В. Я. Коваль, В. С. Міщенко, О. С. Новоторов, І. Г. Осадчий, М. М. Паламарчук, О. М. Ральчук розглядають поняття спрямованого сталого розвитку як траєкторію тривалого покращення життя людства через соціально-економічну та техногенно-екологічну безпеки, де розглядається обґрунтоване співвідношення між економічним ростом суспільства і якісним станом природного середовища [31; 73; 79].

В. М. Трегобчук аналізує умови ефективної реалізації засад сталого розвитку засобами економічного зростання, де ефективно вирішуються

глобальні проблеми життєдіяльності людства без деградації довкілля [116].

У США поняття «сталий розвиток» досліджується через концепцію балансу між нинішніми потребами з урахуванням інтересів майбутніх поколінь [142].

Дослідники О. Г. Білоус, Ю. М. Мацейко сталий розвиток XXI ст. розглядають як найбільш перспективну ідеологію третього тисячоліття [8].

Розглянуті визначення поняття сталого розвитку акцентують увагу на питанні – врівноваження потреб суспільства з ресурсними й екологічними можливостями Природи та динамічної збалансованої рівноваги екосистеми.

Отже, поняття сталого розвитку можна розглядати як розвиток на користь всього людства Планети. Тоді розвиток науки та технологій стає підконтрольним цілісній системі безпеки, де системний підхід і сучасні математичні методи комп'ютерного моделювання забезпечують керованість; розробляються різні варіанти напрямів розвитку; спостерігається висока точність прогнозування результатів розвитку.

Освіта в Україні має стати чинником, який дасть змогу людям змінити погляд на навчання з акцентом на оцінку здобутків і можливості ефективного використання знань. Сталий розвиток визначає керованість становлення особистості. Керованість передбачає високу точність прогнозування результатів розвитку та вибору найбільш оптимальних шляхів реалізації. Освіта має вирішальне значення для забезпечення як поінформованості з питань екології й етики, так і формування цінностей, вироблення навичок і заохочення поведінки, що забезпечує участь суб'єктів навчання у процесі прийняття рішень.

Освіта зі сталого розвитку повинна включати питання динаміки фізичного, біологічного, соціально-економічного середовища і розвитку людини. Указом Президента України затверджена програма «Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020» [81]. Вона ґрунтується на 4 векторах: вектор розвитку; вектор безпеки; вектор відповідальності та вектор гордості.

Програма як підхід, методологія, торкається всіх напрямів освіти (див. п. 1.1). Сталий розвиток ґрунтується на методологічних основах (див. п. 1.2), які дозволяють поглянути на світ із точки зору нових ідей XXI ст., інтегрувати

накопичені психолого-педагогічні здобутки, що виокремлено у педагогічних підходах до навчання (табл. 2.4, рис. 2.5). Засади сталого розвитку закладені у Законі України «Про вищу освіту», що дає змогу глибше пізнати світ науки, усвідомити діючі в ньому зв'язки та взаємоперетворення, оперувати ними.

У травні 2006 р. відбулась конференція «Забезпечення якості у вищій освіті та навчанні», а у жовтні Європейський конгрес «Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти» [108]. У Лондонському комюніке 2007 р. підбито підсумки з питань мобільності, ступеневої структури, визнання, рамок кваліфікацій, навчання впродовж життя, забезпечення якості, соціального виміру [158]. У вересні 2009 р. опубліковано звіт «Key Data on Education in Europe 2009», де розглянута проблема навчання впродовж життя та шляхи формування ключових компетентностей, що забезпечать випускникам ЗВО наявність професійної здатності для подальшого самовдосконалення в освітньому просторі [149].

У Лувен-ля-Ньов (за 30 км від Брюсселя) комюніке 2009 р. розглянуто підсумки функціонування програми Болонського процесу: соціальні вимірювання, навчання впродовж життя, працевлаштування, студенто-центроване навчання і вивчення місії освіти, міжнародна відкритість, мобільність освіти та наукових досліджень й інновацій, збір даних, фінансування вищої освіти і багатовимірних інструментів прозорості [158].

Далі в Європі тривало закріплення та розвиток здобутків Болонського процесу: березень 2010 р. – Будапештсько-Віденська декларація; квітень 2012 р. – Бухарестська декларація; травень 2015 р. – Єреванська декларація; квітень 2015 р. – перше засідання комітету спільного проекту ЄС та Ради Європи «Освіта для демократичного громадянства та освіта з прав людини».

Метою комюніке установчої конференції Консорціуму «Студії з європейської інтеграції: досконала співпраця й успішне сусідство / EURCOOP» (14 квітня 2016 р., м. Київ) було пом'якшення розбіжності між програмами ЗВО та іншими підсистемами суспільства, у першу чергу, за професійною сферою. У світі, де ринок праці розвивається дуже інтенсивно, всі актори,

причетні до нього – від секторів промисловості, до ЗВО, – можуть бути залучені до створення інтерактивного, динамічного й інноваційного середовища навчання. Оскільки попит на уміння і навички розвивається швидше, ніж до нього здатні адаптуватися окремі університети, все більшого значення набувають партнерські відносини між ЗВО та роботодавцями [12].

У 2017 р. за ініціативою Президента Франції Е. Марконі розглянуто проблему більш тісної транскордонної співпраці. Євровейська комісія запропонувала до 2025 р. створити Європейський освітній осередок.

Отже, у світовому освітньому просторі постійно проводяться заходи щодо вдосконалення структури і змісту навчання, здобуття професійних навичок, формування конкурентноздатного фахівця техногенно-інформаційного суспільства. Проте в ході міжнародних зустрічей виявляються проблеми, які слід долати спільно: проблема невеликої кількості правил для єдиного підходу до формування компетентності суб'єктів навчання. У США, Китаї й Європі вони мають свою специфіку і своєрідність у тлумаченні. Тому США, Японія, Китай не включилися у Болонський процес, що також накладає свій відбиток на створення єдиного освітнього простору навчання.

Ряд дослідників [15; 18; 103; 121; 132] відзначають, що *криза сучасної системи освіти* розгортається на тлі наступних загальносвітових тенденцій:

- зростання масовості освіти, перехід до загальнодоступної вищої освіти в економічно розвинених країнах, невизначеність сутності вищої освіти;
- кадрова, матеріальна та психологічна неготовність до ІІІ трансформації;
- неузгодженість компетентностей випускників ЗВО і запитів суспільства;
- вибуховий розвиток ІІТ і засобів Інтернету, що призвело до того, що зміст освіти вже не є унікальною власністю конкретного викладача і ЗВО [18];
- прискорення оновлення технологій, необхідність розробки адекватного змісту освіти і відповідних йому методів навчання, потреба у новому типі викладача ЗВО, здатного перенастроювати свою педагогічну діяльність, фахівця в декількох суміжних областях, що володіє мультимедійними технологіями і повністю інтегрованого в Інтернет [103];
- комерціалізація освіти [18].

Підтримка Міністерством освіти і науки України (МОН України) та Національною академією педагогічних наук України (НАПН України) досліджень світових нововведень сприяла створенню ряду нормативних документів, що регламентують зміст і структуру освіти: Закон України «Про освіту», Закон України «Про вищу освіту», Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність», Концепція нової української школи, Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, Національна рамка кваліфікацій, Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки (див. пп. 1.1) та інші нормативно-правові акти [67], а також міжнародні договори України.

Реформування освіти в Україні є частиною процесів її оновлення з використанням європейського досвіду, що пов'язані з визначенням значимості знань, як рушія суспільного прогресу. Нами встановлено [127], що ці зміни стосуються створення нових освітніх стандартів, зміни парадигми освіти, оновлення та перегляду навчальних програм, змісту навчально-дидактичних матеріалів, підручників, форм і методів навчання. Тому цілеспрямоване набуття майбутнім фахівцем зі спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» ЗУН, їхня трансформація в компетентності сприяє особистісному культурному розвитку, розвитку технологій, здатності швидко реагувати на запити часу.

Аналіз досліджень [72; 83; 92; 94] показує, що найшвидше у XXI ст. розвивається сфера ІТ. Промисловий потенціал країни має базуватися на ефективному використанні сучасних технологій у виробництві та високому інтелектуальному рівні фахівців. Світ розвивається в умовах нової технологічно-інформаційної революції, основою якої є наукомісткі технології, мікропроцесорна техніка, радіотехніка, автоматичні системи управління тощо.

Фізика, біологія, інформатика, електроніка та ін. інтенсивно зближуються, взаємодіють, створюють нові науково-виробничі системи. Постала проблема зміни організації системи освіти. В рамках змін проблема формування компетентності майбутніх фахівців ЦТ стосується розв'язання ряду задач,

зокрема, оновлення змісту вищої освіти й узгодження його з сучасними потребами, інтеграцією до європейського та світового освітніх просторів, орієнтацією навчальних програм на набуття ключових компетентностей та на створення ефективних механізмів їх запровадження. Крім сукупності систематизованих узагальнених ЗУН мають з'явитися активні способи розвитку мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, інших компетентностей, здобутих у галузі ЦТ [80].

У цьому напрямі здійснюються структурні перетворення національної системи вищої освіти ХХІ ст. спрямовані на забезпечення мобільності, працевлаштування та конкурентноспроможності фахівців із вищою освітою. Україна послідовно здійснює входження в освітній і науковий простір Європи, модернізує освітню діяльність у контексті європейських вимог [108].

Реформування вищої освіти і науки в Україні передбачає [12]:

- удосконалення ступеневої системи підготовки фахівців: приведення системи вищої освіти України до європейських вимог, задоволення потреб особистості в здобутті певного освітнього кваліфікаційного рівня у відповідності до європейських стандартів та забезпечення її мобільність на ринку праці;
- підвищення освітнього і культурного рівня випускників ЗВО, створення реальних умов для їхнього навчання впродовж усього життя;
- запровадження у вищій освіті та науці України передового досвіду розвинутих країн світу й її інтеграція у міжнародне науково-освітнє товариство;
- пошук рівноваги між масовою фундаментальною та елітарною освітою, з одного боку, та вузькою спеціалізацією і професійною досконалістю з іншого.

Європейський простір вищої освіти передбачає створення єдиного ринку праці в Європі. Аналіз підручників і посібників з фізики для вищої школи Франції, США, Великобританії показав, що їхній зміст відрізняється від вітчизняного, насамперед меншим об'ємом фактичних теоретичних знань. Структура за тематикою ж посібників із фізики практично однакова. Зокрема, у діючих посібниках із фізики для педагогічних ЗВО у розділі «Оптика» в

Україні ґрунтовно вивчаються інтерференція Фраунгофера та Френеля. В аналогічних посібниках Франції, Великобританії та США здебільшого акцент робиться на інтерференцію Фраунгофера. Таке спостерігається і в інших розділах фізики [145; 146; 151]. Посібники з технічних наук та ІКТ в Європі тяжіють до практицизму та вузької профілізації.

В Україні підготовка фахівців із вищою освітою здійснюється за відповідними освітніми чи науковими програмами на різних рівнях вищої освіти, які регламентуються Національною рамкою кваліфікацій [64], що сформульовані у компетентнісній термінології.

У зв'язку зі стрімким упровадженням ІКТ формування цифрових навичок молоді набуває особливого значення. Не випадково основним трендом на ринку праці на початку ХХІ ст. стало поняття цифровізації. Формування компетентних фахівців в галузі ІКТ є необхідною умовою для абсолютної більшості професій, є життєво наскрізним. Відповідно збільшується потреба у кваліфікованих фахівцях з базовим розумінням ІКТ та ІЦТ, стає основною вимогою до персоналу [48].

Згідно Закону України «Про вищу освіту» (2014) [80] майбутні фахівці здобувають у ЗВО знання за бакалаврським та магістерським рівнями (додаток Б.1) [64; 118, с. 119–120].

Нині згідно «Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки» [48] важливим завданням є оновлення державного класифікатора професій: розроблення та затвердження переліку цифрових професій на основі вимог ринку праці, цифрових трендів тощо, з подальшим оформленням програми їх запровадження у закладах освіти.

За підсумками вступної кампанії 2018 року [115] вибудовано рейтинг спеціальностей, на які МОН України виділило найбільше місць державного замовлення (табл. 2.1). У ТОП-10 увійшли дві спеціальності, які пов'язані з ІКТ. Спостерігається інтерес МОН України до спеціальності 015.10 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)» (табл. 2.2), що, на нашу думку, вимагає ґрунтовнішого дослідження методики навчання майбутніх

фахівців розглядуваної галузі ФТД, як основи їхньої професійної діяльності.

У 2019 р. суттєво підвищилося держзамовлення в галузі знань «Освіта». ТОП-10 педагогічних спеціальностей, де збільшилась кількість місць порівняно з 2018 роком. Зокрема, на спеціальність «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)» вона зросла на 104 місця [69].

Таблиця 2.1

ТОП-10 спеціальностей за державним фінансуванням у 2018 році

№	Назва спеціальності	Кількість місць
1	Середня освіта (за усіма предметними спеціальностями)	7 475
2	Медицина	4 507
3	Комп'ютерні науки	3 216
4	Правознавство	3 090
5	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	2 736
6	Будівництво та цивільна інженерія	2 650
7	Філологія (усі мовні напрями)	2 210
8	Галузеве машинобудування	2 025
9	Комп'ютерна інженерія	1 951
10	Правоохоронна діяльність	1 910

Це є свідченням попиту суспільства на фахівців, що володіють компетентністю з ІКТ та ІЦТ, яка пов'язана з умінням використовувати джерела інформації для власного розвитку; технічною компетентністю; умінням раціонально використовувати ПК для пошуку, опрацювання та систематизації, зберігання й передавання інформації; оперувати технологіями та знаннями, що задовольняють потреби техногенно-інформаційного суспільства.

Окремі дослідження професійних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів здійснюють І. Є. Каньковський [39] і В. В. Ткачук [113]. Зокрема, останній [113] показує, що бакалавр професійної освіти за напрямом підготовки 051000 «Професійна освіта (за галузями)» повинен володіти професійними компетентностями за напрямками [68]: навчально-професійна діяльність; науково-дослідна діяльність; освітньо-проектувальна діяльність; організаційно-технологічна діяльність; навчання за робітничою професією [118].

На основі аналізу нормативних документів, науково-педагогічних джерел, стандарту за спеціальністю 050120 «Професійне навчання» [25, с. 10], власних досліджень ми прийшли до висновку, що на завершення навчання

бакалавр професійного навчання за відповідним фахом повинен:

1) бути компетентним, мати ґрунтовні знання й уявлення про цифровізацію; розуміти особливу сферу соціокультурної практики, що забезпечує трансляцію цілісної культури від покоління до покоління; мати чітке уявлення про модернізацію національної системи ступеневої освіти для задоволення потреб особистості та суспільства, здобуття якісної освіти;

Таблиця 2.2 [120]

**Виділений обсяг прийому на спеціальність
015.10 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)» (2018 р., 2019 р.)**

№	Назва ЗВО	Ліцензований обсяг (денна ф.н.)	Максимальний обсяг прийому (денна ф.н.)	
			2018	2019
1	Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського	20	12	13
2	Луцький національний технічний університет	50	10	11
3	Криворізький національний університет	20	11	12
4	Житомирський державний університет імені Івана Франка	25	10	15
5	Бердянський державний педагогічний університет	75	20	23
6	Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького	30	10	10
7	Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка (м. Кропивницький)	30	10	10
8	Київський національний університет будівництва і архітектури	30	12	13
9	Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова (м. Київ)	15	5	10
10	Національний університет «Львівська політехніка»	120	19	20
11	Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)	40	10	10
12	Рівненський державний гуманітарний університет	35	8	8
13	Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимир Гнатюка	140	30	30
14	Українська інженерно-педагогічна академія (м. Харків)	35	12	14
15	Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут УПА (м. Бахмут)	50	10	10
16	Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини	70	11	11

2) знати основи психолого-педагогічних, соціально-гуманітарних наук, основи сучасного виробництва, конструкційні матеріали, знаряддя, засоби праці та виробничий процес; закономірності розвитку економіки та підприємництва, маркетингу, менеджменту в установах освіти, промислових

підприємствах і сфері обслуговування; нормативи з оснащення навчально-дослідної матеріальної бази; структуру організації економіки та виробництва, єдиної системи конструкторської та технологічної документації; вимоги до змісту і характеру праці в сучасному виробництві;

3) вміти аналізувати соціально значущі проблеми та процеси, використовувати сучасні інноваційні методи у професійній, педагогічній і громадській діяльності; організовувати власну працю на науковій основі, обґрунтовано і ефективно вести освітню роботу, створювати і обладнувати навчально-дослідну базу;

4) використовувати цифрову, комп'ютерну технології й оргтехніку в освітньому процесі, застосувати сучасні педагогічні технології в підготовці майбутніх фахівців, володіти технікою експлуатації сучасного цифрового технологічного обладнання на рівні не нижче робочої кваліфікації 3 розряду.

Окреслене завдання в Україні виконується у 162 ЗВО, яким МОН України в 2018 р. та 2019 р. видано максимальний обсяг та кваліфікаційний мінімум державного замовлення на прийом із різних спеціальностей (табл. 2.2). Близько 10 % ЗВО здійснюють підготовку фахівців зі спеціальності 015.10 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)». Аналіз навчальних планів підготовки зазначених фахівців показав, що за освітнім рівнем «бакалавр» ФТД складають від 34,2 % до 47,5 % (табл. 2.3), а за рівнем «магістр» менше 10 %. Для проведення аналізу обиралися ЗВО з різних регіонів України [120].

Таблиця 2.3 [120]

Представлення ФТД у навчальних планах підготовки бакалаврів спеціальності 015.10 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)»

№	Назва ЗВО	Кредити на ФТД	Відсоткове представлення ФТД, %
1	Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка (м. Кропивницький)	82	34,2
2	Рівненський державний гуманітарний університет	114	47,5
3	Українська інженерно-педагогічна академія (м. Харків)	94,5	39,4

Кваліфікаційні вимоги до інженерів-педагогів спеціальності «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» бакалаврський рівень окреслені Стандартом вищої освіти [107], куди входить і спеціальність «Професійна освіта (Цифрові

технології)», нами уточнені вимоги до майбутніх фахівців ЦТ та викладені в освітньо-професійній програмі та Концепції освітньої діяльності за спеціальністю (додаток Б.2) [47; 118, с. 119]. У них представлена система типових професійних вимог до фахівця у вигляді професійних компетенцій і компетентностей.

Для другого (магістерського) рівня галузі знань 01 Освіта / Педагогіка, спеціальність 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями) [106] в Україні запропоновано проект Стандарту, де уточнено компетентності випускника спеціальності професійна освіта. Враховуючи вимоги проекту ми розробили перелік інтегральної, загальної та спеціальної компетентностей майбутнього фахівця рівня магістр спеціальності 015 Професійна освіта (Цифрові технології) [47; 118, с. 125].

За інформацією МОН України [111] починаючи з січня 2016 р. в нашій державі реалізується проект Європейські освітні ініціативи, який спрямований на розвиток ІТ-освіти й інтеграцію кращих світових практик у систему підготовки ІТ-фахівців. Мета проекту – забезпечити кожного бажаючого якісною сучасною освітою у сфері ІТ, допомогти ІТ-фахівцям бути конкурентноспроможними та гарантовано працевлаштованими.

Інженерно-педагогічна освіта (ІПО) знаходиться «на стику» інженерної та педагогічної освіти. Вона відрізняється від інженерної, яка надається у політехнічних ЗВО, і якщо зводиться до неї, то входить у суперечність з системою профтехосвіти. Але, вона і не педагогічна у традиційному розумінні, бо передбачає одночасно теоретичне і практичне навчання не за однією дисципліною, а одночасно за системою дисциплін, що обслуговують конкретну професійну діяльність інженерно-технічного працівника певної галузі виробництва, а іноді і декількох галузей. Але це і не механічне поєднання двох видів освіти, а якісно новий вид знань, що характеризується взаємопроникненням однієї галузі знань в іншу, тісною та раціональною єдністю психолого-педагогічного та інженерно-технічного компонентів у підготовці фахівця [41, с. 13]. Тому при підготовці інженерів-педагогів, зокрема, і майбутніх

фахівців ЦТ, ми визначили структуру професійних компетенцій (рис. 2.2).

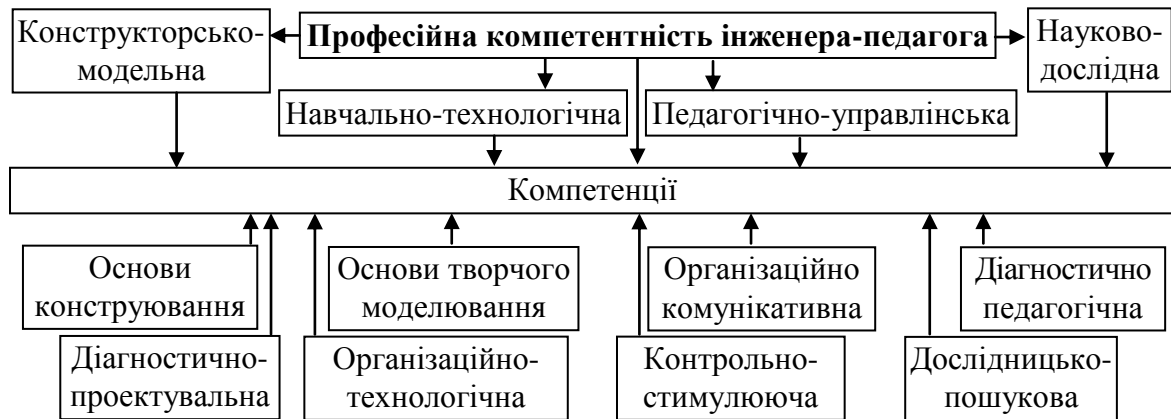


Рис. 2.2. Структура професійної компетентності інженера-педагога

Таким чином, аналіз еволюції та розвитку вимог вищої освіти України до якості професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» показав чітку тенденцію до впровадження в освітній процес цифровізації на базі інтегративного підходу, який має свою історію й особливості впровадження.

2.2. Становлення поняття «підхід» і визначення видів педагогічних підходів у навчанні

Початок ХХІ ст. характеризується цивілізаційною кризою зумовленою невідповідністю мети і темпів розвитку матеріальних і духовних основ суспільства. Як наслідок, сталася дегуманізація суспільств, економічні й екологічні потрясіння, реальною стала загроза виживання людини в матеріальному, духовному, фізичному вимірах [86, с. 10].

В Україні відбулися радикальні зміни в соціальному, економічному, політичному житті. Відповідно змінилися відносини у суспільстві, включаючи й сферу навчання та виховання молоді. Змінилася й система поглядів на проблеми: що є людина; чому навчати і кого навчати, як виховувати; що визначає центр суспільної свідомості. Тому О. Я. Савченко [86, с. 11] окреслює в українській освіті 4 основні виклики часу:

– глобалізацію – освіта без кордонів, жорстка конкуренція на ринку праці, володіння джерелами енергії;

- демографічну кризу, що викликає оптимізацію якості освіти;
- інновації у науково-технічній сфері, які зумовлені швидкою зміною змісту та методики навчання, уміння навчатися впродовж усього життя;
- швидку частоту комунікацій у суспільстві, які суттєво змінюють навчальне й культурне середовище й інформаційний простір країни.

На перший план впливає адаптація особистості до соціальних умов. Має місце нове соціальне замовлення на випускника школи, який не має гарантованого державного захисту на соціальні потреби, молодь повинна самостійно вирішувати власні життєві проблеми. Цьому слугує постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1392 «Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» зі змінами, внесеними Постановою Кабінету Міністрів від 07.08.2013 р. № 538. Вона вводить у дію нову парадигму освіти, що базується на системі педагогічних підходів.

Виконання будь-якої роботи передбачає формування мети та прийняття рішень. В узагальненому означенні поняття «мета» передбачає стан у майбутньому, який потенційно необхідно досягти, змінити реально існуючий стан. Вона є бажаною кінцевою точкою процесу. З досягненням кінцевої мети має місце успіх проекту, чи планованої і передбачуваної роботи.

Мета – усвідомлений суб'єктивний образ «потрібного майбутнього», уявлення людини про результат діяльності, що визначає спрямованість та організацію її дій і вчинків; смислоутворюючий фактор діяльності [15].

Мета складається з цілей: часово-спрямованих, вимірних, реалістичних. Вона може бути колективною або індивідуальною. Колективна мета складається з інтеграції індивідуальних цілей. У навчанні ФТД майбутніх фахівців ЦТ на персональному рівні постановка мети має визначити напрям своїх дій, шляхи її досягнення. Ми скористалися психолого-педагогічними узагальненнями Б. Р. Манделя [59] створили формулу 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 – тямучість, 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; $R = \frac{(J - K)t^2}{2}$ – рівень розвитку (J – якісні зміни, K – кількісні зміни). Успіх залежить від визначених величин, які використані в педагогічному експерименті в окреслені початкового, середнього, достатнього та високого рівнів компонентів (розділ 5; додаток В.4).

Науковці [1; 91; 133] розрізняють мету за рівнем абстракції (глобальна), об'єктом спрямованості, ступенем відкритості, довго- чи короткотривалості. Усвідомлення мети вимагає прийняття рішень, які належать до процесу управління. Прийняття рішень має свої закономірності, і не є довільним процесом, а вимагає обґрунтованої діяльності, використання науково-обґрунтованої моделі та методів її реалізації, що називається *підходом* [75].

Поняття «підхід» у психолого-педагогічній літературі визначали Л. С. Виготський [20], І. А. Зимня [36], В. В. Маткін [60, с. 36], М. І. Садовий [95] та ін. Підхід – комплекс парадигматичних, синтагматичних і прагматичних структур і механізмів у пізнанні та практиці, яким властива конкуруюча стратегія і програма в філософії, науці, політиці, організації життя, діяльності суб'єктів навчання. У розвитку науки і наукової діяльності підходи до розв'язання проблем Т. Кун назвав НР (див. пп. 1.1).

На нашу думку, це поняття найбільш вдало визначено у В. В. Маткіна – як особлива форма пізнавальної і практичної діяльності людини, що може розумітися як аналіз педагогічних явищ під певним кутом зору, як стратегія дослідження освітнього процесу, як базова ціннісна орієнтація, яка визначає позицію педагога [60, с. 38].

Г. Б. Голуб [23] вважає, що нові підходи ефективно впроваджуються за їхньої підготовленості і розробки, узгодженості та скоординованості. Сама психолого-педагогічна наука сформувалася як особливий підхід до онтологічної картини психологічних і педагогічних процесів.

У 20-ті рр. ХХ ст. Л. С. Рубінштейн розробляв теорію діяльності, а в 30 – 40 рр. П. Я. Гальперін, О. В. Запорожець, Г. С. Костюк та ін.

експериментально досліджували проблему розвивального навчання. Визначені проблеми в наступні періоди досліджували Ю. К. Бабанський, С. У. Гончаренко, В. В. Давидов, Д. Б. Єльконін, Л. В. Занков, О. М. Леонтєв, І. Я. Лернер, М. М. Скаткін, В. О. Сухомлинський. Їхні праці дали поштовх для формування психолого-педагогічних підходів в освіті.

Розрізняють різні види підходів, проте серед них Державний стандарт базової і середньої освіти вирізняє: діяльнісний, особистісно зорієнтований, компетентнісний [29]. На нашу думку, вони спрямовані на розв'язання однієї і тієї ж проблеми ефективного навчання, але аналізують освітній процес із різних точок зору і складають єдине ціле. Ми вважаємо, що у виділених Державним стандартом підходах бракує методологічного обґрунтування процесу навчання та виявлення потенціальних ресурсів. Тому ми пропонуємо до визначених стандартом додати системний і ресурсний підходи як базові і об'єднати під єдиною назвою *інтегративний підхід* до навчання (рис. 2.3). Крім 5 базових підходів освітній процес характеризують й інші специфічні підходи, які описують особливості процесу.

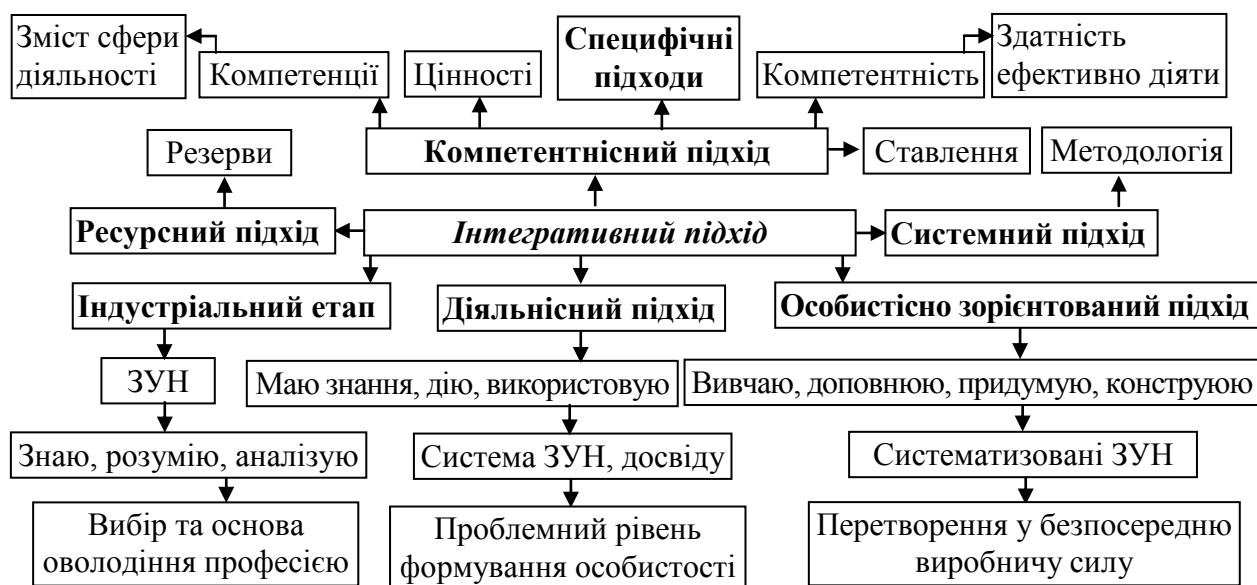


Рис. 2.3. Структура інтегративного підходу

В. Д. Шарко [133] необхідність упровадження інтегративного підходу в практику навчання вбачає у наявності ряду факторів: по-перше, швидкий темп розвитку сучасного природознавства, його зростаюча роль у НТП; по-друге, тенденції інтеграції й диференціації, що спостерігаються як у науці, так і в

освіті. Введення нових інтегративних курсів (концепції сучасної наукової картини світу (КСНКС), природознавства, робототехніки, мехатроніки та ін.) до навчальних планів і пошук шляхів розв'язання проблеми перевантаженості суб'єктів навчання обумовили зростання інтересу вчених, методистів і педагогів-практиків до проблеми інтеграції в освіті, але на новій основі.

Вказані педагогічні підходи у навчанні ФТД беруть початок із теорії проблемного навчання. Постановка питань суб'єктам навчання, які викликають ускладнення у відповідях, а відповідно й активізацію розумової діяльності відомі з бесід Сократа, софістів, піфагорійської школи [77, с. 860–864].

Починаючи з другої половини ХХ ст. розвиток освіти базувався на особистісно зорієнтованому підході у професійному навчанні студентів, який характеризується формуванням ЗУН із урахуванням індивідуальних особливостей суб'єктів навчання [75].

Теоретичні основи особистісно зорієнтованого підходу були створені С. Л. Рубінштейном [85] як принцип психолого-педагогічної науки, що передбачає створення активного освітньо-виховного середовища, становлення суб'єкт-об'єктних відносин. Послідовником вченого був К. К. Платонов.

Такий підхід передбачає ціннісну орієнтацію викладача у взаємовідносинах зі студентами, їхню послідовну співпрацю та співтворчість. Його завданням є: забезпечення розвитку індивідуальних можливостей і здібностей суб'єктів навчання; створення умов для самопізнання, самоактуалізації, самореалізації, самовизначення; підготовка до самостійного життя. Проте він не в повній мірі забезпечує неперервний розвиток людини впродовж усього життя, бракує методологічного аспекту пізнання складних систем.

Особистісно зорієнтований підхід окреслює спрямованість освітнього процесу на взаємодію і плідний розвиток особистості педагога та його вихованців на основі рівності у спілкуванні та партнерства у навчанні [29, п. 15]. Він забезпечує розвиток академічних, соціокультурних, соціально-психологічних та інших здібностей суб'єктів навчання.

У психолого-педагогічних роботах І. Д. Беха, А. Маслоу, В. В. Серікова,

І. С. Якиманської він є загально визнаним при формуванні якостей і характеристик особистості [5; 138]. У зв'язку з цим виникають відповідні технології навчання. Згідно принципу гуманізму центром особистісно зорієнтованого навчання є суб'єкт навчання з його неповторністю. Таке навчання передбачає врахування двох особливостей: спочатку окреслюється суб'єктивний досвід кожного з них, потім враховується у змісті освіти. Ми поділяємо точку зору дослідників, що метою особистісно зорієнтованого навчання є процес психолого-педагогічної допомоги студенту в становленні його суб'єктивності, культурної ідентифікації, соціалізації, життєвому самовизначенні [138]. Ми виокремили орієнтири особистісно зорієнтованої технології реалізації підходу в частині цифровізації змісту навчання майбутніх фахівців ЦТ:

- наголос на індивідуальні пізнавальні потенційні особливості особистості;
- максимальний вияв і використання індивідуального (суб'єктивного) досвіду суб'єкта навчання, допомога у пізнанні самого себе;
- формування критичної самооцінки особистості та використання її у продуктивній побудові повсякденного життя.

Вказані орієнтири і визначають особистісно зорієнтовану технологію навчання. Вона складається з елементів: особистісно зорієнтованих ситуацій та змісту навчального матеріалу, спрямованого на пізнавальні пошуки; суб'єктивного досвіду студентів; критеріїв самооцінної освітньої діяльності; активного суб'єкта навчання, як співдослідника та співробітника.

Для особистісно зорієнтованого навчання характерним є індивідуалізація та диференціація освітнього процесу. На цьому будується методика навчання, забезпечується конструювання діяльності студентів. Індивідуальна особливість студента проявляється у його мотивації, прагненні до самостійного використання знань. Технологія припускає конкретну структуру навчального змісту та дидактичного матеріалу, методичного забезпечення їхнього використання, діалог суб'єктів навчання (студентів), форми контролю.

Діяльнісний підхід уперше розглянув у 20-х рр. ХХ ст. Л. С. Рубінштейн при дослідженні принципу «творчої самодіяльності», а у 60-х рр. його ідеї

розвинув О. М. Леонтьєв [52].

У 70-х рр. ХХ ст. вчені розширили теоретичні основи діяльнісного підходу в доповнення до особистісно зорієнтованого [75]. Він базується на розвивальному навчанні та пов'язується зі становленням і розвитком компетентного суб'єкта навчання здатного оцінювати, програмувати, моделювати, конструювати види діяльності з метою задоволення власних потреб, саморозвитку, самоорганізації [60, с. 96–97].

В. В. Маткін під поняттям «діяльнісний підхід» розуміє особливу форму пізнавальної і практичної діяльності людини, що володіє аналізом і синтезом педагогічних явищ; стратегію дослідження освітнього процесу; базову ціннісну орієнтацію, що визначає фаховість педагога [60, с. 117].

Таким чином, під цим поняттям розуміється:

– думка, погляд, динамічна позиція, де розглядається об'єкт, що постійно еволюційно змінюється;

– напрям історико-генетичного розвитку в науці, дослідженнях;

– сукупність єдино спрямованих за змістом принципів і методів, які не виходять за рамки проблеми;

– метод дії, який націлений на створення цінностей для задоволення потреб суб'єктів навчання.

Діяльнісний підхід покликаний спрямовувати освітній процес на розвиток умінь і навичок особистості, застосовувати на практиці здобуті знання, успішну адаптацію студента в соціумі, професійну самореалізацію, формування здібностей до колективної діяльності та самоосвіти [29, ст. 1, п. 2].

Ми виділяємо завдання діяльності та критерії рівня складності задач діяльності та поділяємо їх на три види:

– стереотипні – передбачають діяльність за заданим неперервним алгоритмом, що характеризується однозначним набором відомих, раніше відібраних складних операцій і потребує використання значних масивів оперативної та раніше засвоєної інформації, чому сприяє цифровізація;

– діагностичні – передбачають діяльність за заданим дискретним

алгоритмом, що містить процедуру часткового конструювання рішень із застосування системних операцій щодо засвоєння інформації;

– евристичні – передбачають діяльність за складним алгоритмом, що містить процедуру конструювання раніше не відомих рішень і потребує використання великих масивів оперативної та раніше засвоєної інформації.

Ми узагальнили психолого-педагогічні дослідження М. П. Алексюка [1] та власні [91; 94; 97] і виділили основні положення *діяльнісного підходу* в розвитку ІЦК при навчанні ФТД. До них ми віднесли наступні твердження:

– діяльність суб'єктів навчання в оволодінні ЦТ нерозривно пов'язана з рефлексивно-психічним мисленевим відображенням;

– діяльність ефективно реалізується в процесі розв'язання конкретних задач у частині автоматизації, робототехніки та ін.;

– формування навичок та умінь практичної діяльності майбутніх фахівців здійснюється через засвоєння досвіду суспільно-історичної практики поколінь;

– навчання та виховання при навчанні ФТД є однозначно взаємозв'язані види діяльності з чітко визначеними функціями суб'єктів освітнього процесу;

– у ході діяльності студентів з оволодіння ІЦ компетенціями формуються розумові задатки особистості, що сприяє мотивації до опанування нових знань;

– формування ключової ІЦК забезпечується, зокрема, через усвідомлення необхідності до діяльності на основі здобутих ЗУН змісту навчання;

– формування конкурентноздатних фахівців ЦТ в ході освітнього процесу забезпечується відповідною діяльністю з перетворення обов'язкової та інноваційної частини набутих знань у безпосередню продуктивну силу;

– система освітньої діяльності має пропедевтичний елемент у формі психолого-педагогічного аналізу майбутньої діяльності суб'єктів навчання.

Психолого-педагогічні дослідження [1; 4; 89; 91] початку ХХІ ст. визначили проблему глобалізації освіти (див. п. 1.4), виживання молоді у нових умовах життя, необхідність навчатися впродовж усього життя і відповідно на базі діяльнісного й особистісно зорієнтованого педагогічного підходу й активізували в освіті поняття компетентнісного підходу в навчанні.

У 20-х рр. ХХ ст. Л. С. Рубінштейн розглядав поняття професійної компетентності як єдності теоретичної і практичної складових діяльності. Вчений вважав, що компетентність є інтеграційним поняттям загальнопсихологічної теорії діяльності, де підсумовується суб'єктивне відзеркалювання дійсності та механізм психічної регуляції діяльності.

Концепцію компетентнісного підходу в педагогіці створюють Н. О. Євдокимова, Ю. М. Ємельянов, О. Я. Савченко, А. В. Хуторський, Н. В. Чепелева та ін. Визначений підхід забезпечує спрямованість освітнього процесу на досягнення результатів, якими є ієрархічно підпорядковані ключова, загальнопредметна і предметна (галузева) компетентності.

Ми вважаємо, що вказані вище підходи майже не враховують методологічну складову процесу пізнання (див. розділ 1). Тому, на нашу думку, доцільно до визначених стандартом додати системний підхід, який окреслює конкретну наукову методологію пізнання складних об'єктів і передбачає методологічний аналіз явищ і процесів. Зокрема, до таких об'єктів належить космологічна система Канта-Лапласа, філософська система Гегеля, еволюційне вчення Дарвіна, періодичний закон Менделєєва, електромагнітна теорія Максвелла, геліоцентрична система Коперніка, квантова механіка де Бройля, Шредінгера-Гейзенберга-Дірака-Тамма, теорія Великого вибуху, інформатизація суспільства.

Системний підхід набув розвитку на початку 60-х рр. ХХ ст., основи його заклали Д. М. Гвішіані, О. І. Ларичев, В. М. Садовський, Е. Г. Юдін [9; 99] та ін. Він ґрунтується на загальнонаукових методологічних принципах та орієнтується на розкриття цілісності освітнього процесу та виявлення елементів і логічних зв'язків між ними. Орієнтація системного підходу на структуру, зв'язки і відносини не означає, що він несумісний з принципом історизму [9; 92; 96]. Вони досить тісно пов'язані через «онтологічні обставини». Адже системний підхід ґрунтується на розвиваючих системах, які включають в якості однієї з найважливіших характеристик поняття часу.

Крім цього невід'ємною характеристикою систем є єдність генетично-

історичного і системно-структурного аспектів. З точки зору співвідношення між ними положення обох аспектів неоднакові, бо провідною стороною за рівнем і значимістю тут є історизм. Цей принцип вимагає сталого розвитку (див. п. 2.1) явища, процесу через постійно змінюване уявлення про сутність елементів, тобто через дослідження структури в її історичному розвитку, а не спочатку структури, а потім історію та їхнє рівноправне значення.

У психології [20; 21; 85] системний підхід передбачає теоретичне і практичне дослідження психічних систем як єдиного організму з його внутрішніми та зовнішніми зв'язками. У педагогіці [1; 24; 49; 71; 74; 129] він розглядається як методологічна основа цілісного педагогічного процесу, що складається з різноманітних елементів та взаємозв'язків між його компонентами, ефективність функціонування якої залежить від поставленої мети та структури процесу.

Виходячи з психолого-педагогічних досліджень [49; 137] до *основних вимог системного підходу в навчанні майбутніх фахівців ЦТ* ми віднесли [125]:

а) кожен елемент системи займає певне місце в її ієрархії та виконує чітко окреслені функції з урахуванням того, що властивості цілого визначаються сумою властивостей його елементів і зв'язків між ними;

б) еволюційність поведінки системи обумовлена як особливостями її окремих елементів і зв'язків, так і властивостями її цілісної структури;

в) механізм взаємозалежності, взаємообумовленості елементів системи залежить від обміну системи і середовища енергією, речовиною, інформацією;

г) множина описів системи визначається багатоаспектним охопленням властивостей елементів системи;

д) динамізм системи визначає напрями розвитку та її цілісності.

З перерахованого випливає, що системний підхід [125] став початком теорії самоорганізуючих цілісних утворень (рис. 2.4), що привело до застосування синергетичного підходу [24; 94; 124] в природознавстві та психології.

Впродовж більше 10 років у науковій школі професора М. І. Садового актуалізовано проблему психолого-педагогічних досліджень із виявлення

потенціальних ресурсів суб'єктів навчання у формі ресурсного підходу [110], що забезпечує організацію навчання, орієнтованого на виявлення та розвиток потенціальних можливостей особистості в певному освітньому середовищі.



Рис. 2.4. Самоорганізація цілісного утворення

У педагогічних дослідженнях в організації навчання, виховання та розвитку суб'єктів навчання зустрічаються й інші підходи [122] (табл. 2.4, рис. 2.5): акмеологічний, структурно-історичний, модульний та ін.

Таблиця 2.4

Сутність та зміст педагогічних підходів до навчання ФТД

Педагогічні підходи до організації навчання	Зміст підходів
<i>Особистісно зорієнтований підхід:</i> визначення особистості як продукту соціального розвитку, моральної й інтелектуальної свободи, носія права на повагу та культуру.	Прояв природного процесу самовизначення, самореалізації, самоствердження, саморозвитку здібностей.
<i>Діяльнісний підхід:</i> організація діяльності особистості.	Активність у пізнанні, спілкуванні, праці, особистісному розвитку.
<i>Компетентнісний підхід:</i> набуття не лише ЗУН, а й досвіду емоційно-ціннісного ставлення до оточення. Має операційно-технологічну, когнітивну, мотиваційну, аксіологічну, рефлексивну складові.	Самостійна пізнавальна діяльність, засвоєння способів набуття інтегративних знань із різних джерел інформації та реалізація їх у громадянській, культурно-естетичній, соціально-трудовай, побутовій сферах, дозвіллі.
<i>Системний підхід:</i> розгляд відносно самостійних компонент не ізольовано, а у взаємозв'язках елементів системи.	Сукупність взаємопов'язаних компонент: мета освіти, суб'єкти педагогічного процесу (викладач і студент), зміст, форми і методи педагогічного процесу, засоби навчання і виховання (матеріальна база).
<i>Ресурсний підхід:</i> пошук і розвиток потенційних можливостей суб'єкта навчання, прогнозування результатів навчання.	Виявлення сукупності зовнішніх умов і засобів для реалізації внутрішніх індивідуальних задатків, ресурсів особистості, забезпечення комфортності навчання, ефективної динаміки працездатності, самопочуття.
<i>Інтегративний підхід</i> об'єднує у собі діяльнісний, особистісно зорієнтований, компетентнісний, системний та ресурсний підходи. Крім того до числа його компонент входять ряд специфічних підходів.	Має розгалужену структуру реалізації та включає компоненти п'яти (діяльнісного, особистісно зорієнтованого, компетентнісного, системного, ресурсного) базових підходів (рис. 2.3).

На нашу думку, вони є складовими визначених вище підходів або окремими методами дослідження, бо їхній предмет дослідження є похідним.

Ми здійснили аналіз більшості таких підходів [118, с. 140–145; 122; 125; 126] на предмет ефективного застосування (рис. 2.5) та об'єднали в поняття інтегративного підходу.

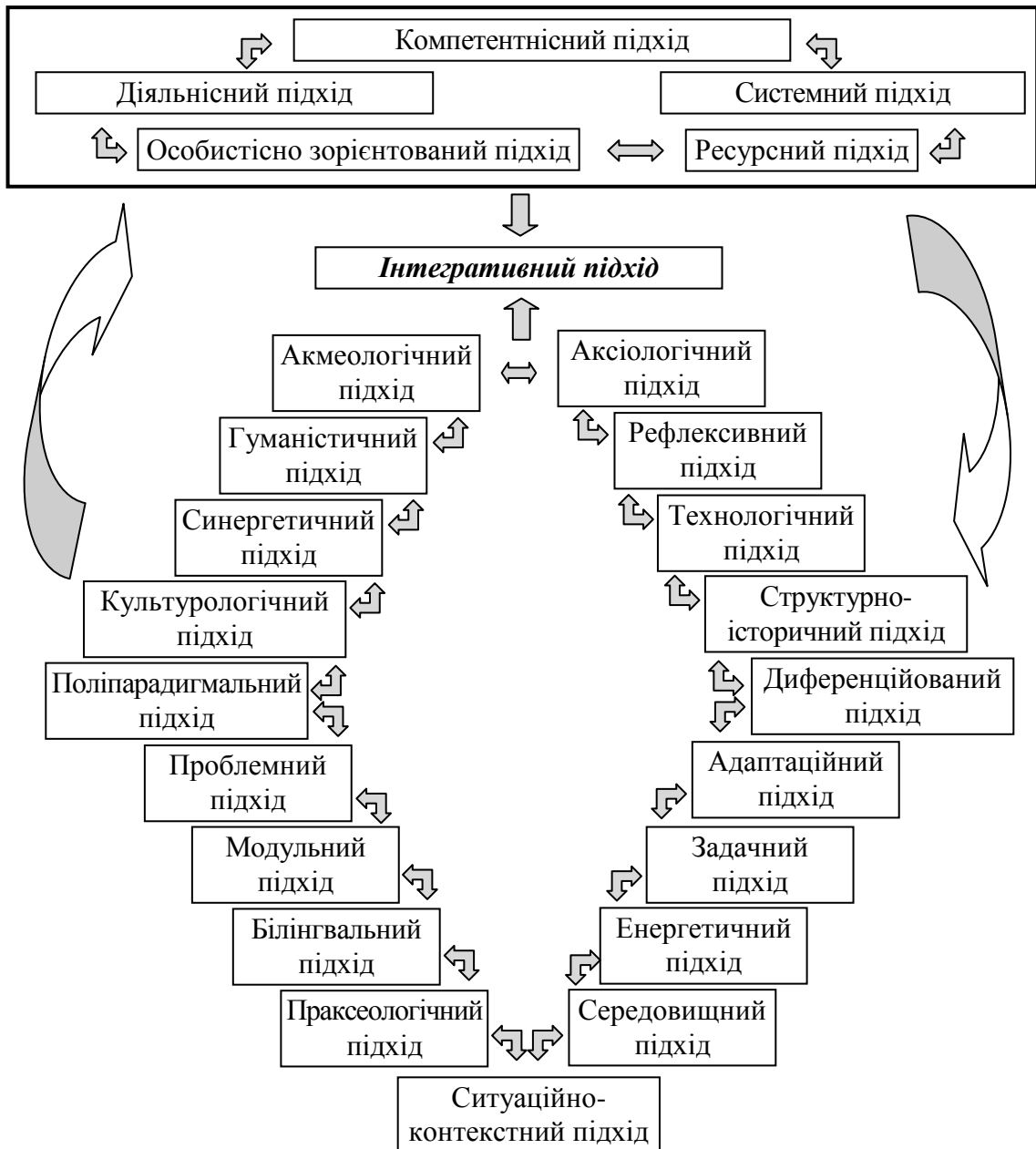


Рис. 2.5. Модель взаємодії педагогічних підходів

Згідно досліджень В. М. Гладкова, С. Д. Пожарського *акмеологія* визначається як наука, що виникла на перетині природничих, суспільних, гуманітарних і технічних дисциплін, вона вивчає феноменологію, закономірності і механізми розвитку людини на етапі її дорослості, особливо при досягненні нею високого рівня в цьому розвитку [22].

Досліджуючи особливості [22] реалізації *акмеологічного підходу* в розвитку ІЦК встановлено, що акмеологія визначає умови, за яких студент

досягне максимального розвитку розумових, моральних і фізичних можливостей. Як результат цього суб'єкт навчання може зрозуміти сенс свого життя. Виходячи з цього ми [87; 90] узагальнили методи і способи, які використовуються акмеологією (рис. 2.6).

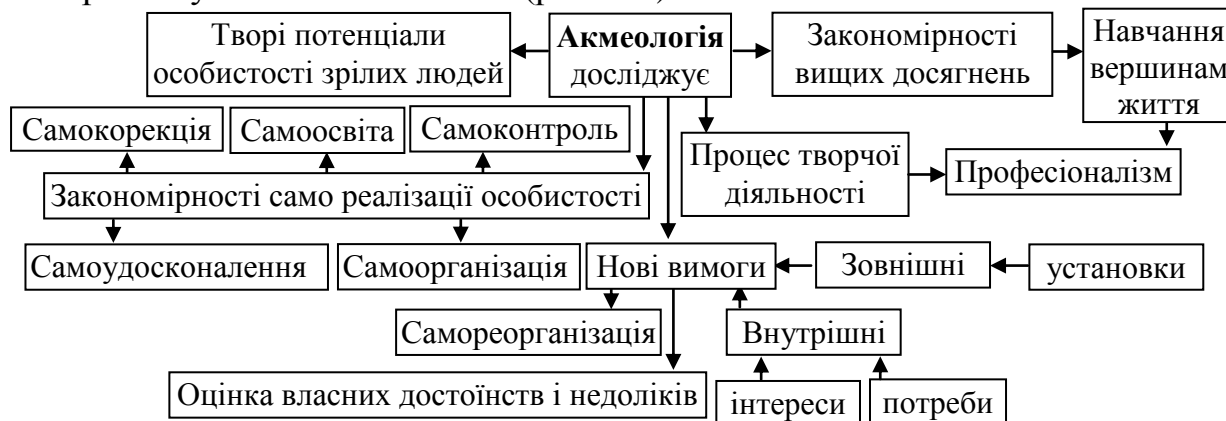


Рис. 2.6. Схема дослідження акмеології [87; 90]

Реалізація *аксіологічного (ціннісного) підходу* [133] до організації освітнього процесу розвитку ІЗК повинна спиратися на критерії та характеристики, зміст яких розкрито в монографії [118].

В. Д. Шарко [133] *гуманістичний підхід* в навчанні розглядає з точки зору реалізації ряду базових загальнометодологічних принципів: особистісно зорієнтованого навчання, урахування життєвих цілей і цінностей суб'єкта навчання, визнання відносин людини з іншими людьми в якості головної рушійної сили розвитку, урахування індивідуальності кожної дитини, урахування базових потреб особистості, переорієнтації технологій навчання на технології самонавчання й самовиховання й ін. Вони є вимогами до організації процесу, спрямованого на особистісний розвиток суб'єктів навчання.

Гуманістичний підхід передбачає, що метою освіти повинно бути не озброєння суб'єктів навчання набором певних фактів із різних галузей науки, а створення умов для народження в свідомості майбутнього фахівця цілісного, особистісно зумовленого образу світу й особистостей в ньому.

Культурологічний підхід [133] елементами особистісно зорієнтованої освіти визначає компоненти, зміст яких розкрито в монографії [118, с. 140].

Особливість сучасного суспільства, і освіти, як його частини, полягає у розгляді самоорганізації цілісних утворень (рис. 2.4). Це привело до все

ширшого використання *синергетичного* підходу, зокрема у навчанні ФТД [118, с. 133–134; 124; 128].

Структурно-історичний підхід відображає пошук не лише проблем теорії щодо пояснення явищ світу, а й еволюції методів і шляхів досягнення результату [89]. Вивчення будь-якої структури, як сталої цілісності, її генезису й еволюції, необхідно почати з того, що визначена структура не є статичною, а є процесом історичної змінності. Закономірно з історичної точки зору вона враховує не тільки минуле, але й сьогодення, історичну діяхронію й синхронність. Для вивчення характеристик системи використовують різні методи [92; 96; 118, с. 140; 124].

Системно-структурні методи дослідження психолого-педагогічних процесів широко і плідно застосовуються нами на емпіричному етапі пізнання. Коли здійснюється перехід із емпіричного на теоретичний рівень пізнання, а тим більше методологічний, визначені вище методи підпорядковуються завданню виявлення процесуальних характеристик досліджуваних систем, закономірностей їхньої зміни, істотних особливостей кожної епохи.

А. І. Кузьмінський [49], П. О. Юцявичене [136] та ін. використовують *модульний підхід* до навчання, метою якого є окреслення принципів і закономірностей побудови моделі в аспекті оволодіння суб'єктами навчання системою ЗУН і системою норм, які дозволять сформуватись особистості й реалізувати себе у житті. Враховуючи думку вчених [112; 136] в частині функцій і структури модульного підходу ми виокремлюємо блочно-модульну систему навчання ФТД, що характеризується змістом навчання уособлених елементів, їхньою динамічністю, продуктивністю й оперативністю, гнучкістю, баченням перспективи, різноманітністю консультування, паритетністю [118, с. 141]. Модульні програми варіативні, їхній зміст постійно оновлюється відповідно до соціального запиту.

Л. І. Романовська [84] *праксеологічний підхід* розглядає як специфічний спосіб аналізу та пояснення практичної діяльності людини в контексті цілевідповідності, раціональності, ефективності її дій. П. В. Зуєв,

П. І. Самойленко, С. В. Семьонова пропонують використовувати праксеологічний метод оцінки ефективності навчання [37; 98].

Отже, праксеологічний підхід інтегрується з загальнонауковими підходами, адже передбачає: цілеспрямовану професійну підготовку майбутніх фахівців із урахуванням гносеологічного підходу. Це дає змогу поєднати міждисциплінарне знання, історичний досвід фахової діяльності та інноваційні підходи. Тоді формування у студентів необхідних умінь і навичок, готовності до виконання професійних дій передбачає підвищення їхньої активності та побудову раціональних моделей професійної діяльності (діяльнісний підхід). На основі рефлексивного аналізу власних професійних дій (правильних і помилкових) студенти набувають теоретичного та практичного досвіду успішної діяльності (особистісний підхід). Порівнюючи теоретичні та практичні моделі професійних дій студенти визначають найбільш цінні зразки для власного професійного становлення (аксіологічний підхід) [3]. Виходячи з визначеного поняття «підхід», праксеологічний метод доцільно назвати праксеологічним управлінням, що забезпечує ефективне керування діяльністю через її різнобічний самоаналіз, самооцінювання, цілеспрямоване моделювання умов і засобів удосконалення на основі синтезу теоретичних знань та емпіричного досвіду. Крім цього цей підхід не може регулювати ефективність результатів навчання, бо це функція методів навчання.

О. Г. Ширин [134] встановлює закономірність необхідності теоретичного осмислення світового досвіду використання *білінгвального підходу* в освіті.

Т. В. Бондарчук [10] досліджує проблему теоретичного осмислення світового досвіду використання білінгвальної освіти як технологічної так і методичної бази процесу інтернаціоналізації вищої освіти.

Ми вважаємо, що білінгвальний підхід є нині актуальним, бо відповідає європейським вимогам до майбутніх конкурентноздатних фахівців ЦТ [61].

В цьому зв'язку підхід доцільно використовувати у випадках:

- якщо існує мотивована, об'єктивна і термінова необхідність у інтегрованих знаннях фахівця ЦТ та іноземної мови для реалізації власних задумів,

самовдосконалення, самореалізації як конкурентноздатного фахівця;

- за високої внутрішньої мотивації: готувати доповіді та виступи на конференціях, друкувати статті іноземною мовою, мати можливість брати участь у міжнародних проектах [42];

- коли є потреба розробки методики впровадження в освітній процес спеціальних курсів із використанням алгоритмічних мов програмування, робототехніки, мехатроніки з використанням, адаптації майбутнього фахівця до технічних, соціальних, інформаційних, наукових реалій сьогодення.

Особливо актуальним ми вважаємо [61] застосування двомовності у розвитку ІЦК при навчанні ФТД майбутніх фахівців ЦТ. Виявлена і проблема визначення змісту, організаційних рамок і методики навчання білінгвальної освіти у ЗВО, підготовки компетентних педагогічних кадрів, де інтегрується спеціальна, мовна та міжкультурна компетентності.

У розв'язанні вищевказаних проблем нами розроблена система практичних рекомендацій впровадження білінгвального навчання в освітній процес ФТД, ЦТ [61; 118, с. 141–142]. Інтеграційні тенденції в освіті сприяють розвитку мовного спілкування студентів в умовах використання ІЦТ. Ми здійснили аналіз досліджень Т. В. Бондарчука [10], А. О. Ковальчук [42], О. Г. Ширін [134] та ін., які білінгвальний підхід звели до оволодіння двома мовами: рідною та іноземною та їхнього інтегративного використання на рівні, що забезпечує спілкування в одній чи двох сферах комунікації, де опановуються спеціальні знання рідною й іноземною мовами, формується інформаційно-комунікативний простір розвитку «білінгвальної особистості».

Поліпарадигмальний підхід передбачає необхідність висвітлення в освітньому процесі не однієї, а декількох парадигм [89; 122].

Парадигма – багатозначне поняття, яке в залежності від контексту може означати певний обумовлений часом та обставинами сталий на певний час стиль, традиції, концепції, генеральну ідею, закон [22] (див. розділ 1).

Сутнісні характеристики *рефлексивного* управління (підходу) полягають в тому, що метою спільної діяльності викладача і студентів є розвиток у них

здатності до самоуправління і самореалізації в освітньому процесі [133].

У дослідженні ми використовуємо *технологічний підхід* у методиці розвитку ІЦК у ході занять із ФТД, що зумовлено упровадженням інноваційних технологій навчання та цифровізацією [122; 133].

Останнім часом набув розвитку *адаптивний підхід* [53; 133], що детально досліджений М. Б. Литвиною [53], який доцільно використати в підготовці майбутніх фахівців ЦТ [118, с. 142–143].

Всі виділені педагогічні підходи реалізуються в освітніх середовищах. Аналіз досліджень поняття середовища бере початок з Л. С. Рубінштейна, за останні десятиліття значно зросла кількість наукових публікацій вітчизняних та іноземних учених (див. п. 4.3), присвячених проблемам використання освітнього та виховного потенціалу середовища. Це є свідченням важливості впровадження *середовищного підходу* у професійній педагогіці. Стандарти професійної підготовки вимагають змін структури і змісту освітнього середовища. Основними його характеристиками виступають: концептуальна цілісність навчання й розвитку на всіх рівнях освіти; багатоаспектність і достатність інформації; морально-ціннісна повнота, що дозволить будь-якому суб'єкту сучасного освітнього середовища створити не тільки свою траєкторію навчання, але й морального виховання й розвитку; забезпечення умов спілкування на інтеркультурному, міжособистісному й етнічному рівнях [140].

Дослідники А. О. Вербіцький [15], О. А. Дубасенюк [17], О. С. Падалка [100] розглядають *ситуаційно-контекстний підхід*, який ми використали [117] як психолого-педагогічний супровід процесу професіоналізації майбутнього фахівця ЦТ через:

- створення умов, за яких студент є реальним суб'єктом пізнання ЦТ, спілкування і майбутньої професійної діяльності, здатним до цілепокладання, самоаналізу, рефлексивної оцінки та корекції процесу і результатів;
- досягнення цілей навчання, виховання й розвитку ІЦК в їхній єдності;
- діяльнісний комп'ютерний контроль процесу перетворення навчальної діяльності в професійну не тільки викладачами, а й самими студентами зі

зрозумілими й особистісно значущим для них критеріям.

У поняттях «*диференційований підхід*» (див. розділ 1) та «*диференційоване навчання*» виділяють 5 структурних складових [133; 118, с. 143–144].

У педагогічних дослідженнях зустрічається поняття *проблемного підходу* [109]. На нашу думку, в основі поняття проблемності лежать суперечності, що виникають в процесі навчання ФТД. Майбутній фахівець виявляє самостійно суперечності в ході навчального дослідження спираючись на глибокі знання, досвід. Виникає особливе психологічне напруження у студента через мотивоване намагання усунути суперечність, розв'язати її, що назване проблемною ситуацією. В ході такої діяльності виникає задум, формується проблема, розв'язуючи яку майбутній фахівець розв'язує проблему. Виходячи із цього ми вважаємо за доцільно виділяти не проблемний підхід (підхід – не не розв'язання суперечності), а метод проблемного навчання.

В. Д. Шарко розглядає *задачний підхід* [133]. Узагальнивши її висновки ми сформувавши *практично-задачний підхід*, який властивий для розвитку ІЦК у навчанні ФТД. До його особливостей відносяться: навчання ФТД включає спільну діяльність викладача і студентів, спрямовану на послідовне розв'язування ієрархічної системи практично-комп'ютерних завдань на основі реалізації системи розвиваючих навчальних завдань з робототехніки, мехатроніки, числового програмного управління, квадрокоптера [122; 126]; аналітично-комп'ютерними програмними засобами дослідження досягається формування ІЦК майбутніх фахівців ЦТ [122; 123; 127].

А. І. Кузьмінський вводить поняття *енергетичного підходу* як модель освітнього процесу, спрямованого на дослідження «... енергетичної потужності суб'єктів навчання, створення необхідних анатомофізіологічних передумов для виконання нових видів діяльності, для засвоєння нових знань і вмінь, а отже, й переходу дитини на більш високий рівень фізичної та психічної діяльності» [49, с. 95].

Виходячи з вказаної посилки в методичній системі розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ при навчанні ФТД ми забезпечили:

- формування в суб'єктів навчання пошуку шляхів раціонального управління вивчення ЦТ;
- створення навчальних ситуацій, що спонукають студентів шукати більш ефективний енергетичний спосіб формування ІЦК;
- розгляд як інновації введення необхідних енергетичних понять, формування дій, адекватних цим поняттям.

Ефективність *енергетичного підходу* [38; 49] розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ при описі фізичних явищ і технічних процесів, що виникають в конкретних ситуаціях на основі використання РТ (див. п. 1.1, п. 1.5). Зміст енергетичного підходу включає наступну систему дій: виділення початкового і кінцевого станів матеріального об'єкта (див. п. 1.1), знаходження значень енергій матеріального об'єкта, встановлення умови замкнутості системи, складання рівнянь, що зв'язують зміну енергії з роботою зовнішніх і внутрішніх сил. Він виявився універсальним у складанні енергетичних рівнянь, що описують фізичні моделі явищ різної природи за конкретних ситуацій.

Розглянуті вище підходи ми обґрунтували на основі закономірностей психолого-педагогічної науки, взаємопов'язані (рис. 2.5) один із другим мають інтегративний характер і за раціональних педагогічних умов забезпечують ефективне навчання ФТД при підготовці майбутніх фахівців ЦТ. Запровадження у практику роботи закладів освіти компетентнісного підходу аж ніяк не відкидає перевірений практикою діяльнісний, особистісно зорієнтований, системний, ресурсний підходи та їхні складові. В сукупності з інтегративним підходом вони складають єдине ціле (рис. 2.5). Їхнє комплексне застосування сприяє розвитку ІЦК у ході навчання ФТД у ЗВО.

2.3. Структурні елементи поняття «компетентність» у фаховій підготовці майбутніх фахівців цифрових технологій

Кінець ХХ – початок ХХІ ст. ознаменувалися думкою освітянських експертів і дослідників про необхідність навчатися впродовж усього продуктивного життя. Те, що вивчається студентом на першому курсі, може

на завершення навчання не знадобитися у практичній діяльності. Необхідно адаптуватися до мінливого світу. Не випадково освітні системи всього світу натхненно оволодівають ідеями компетентнісного навчання, якому присвячені роботи багатьох учених: Н. М. Авшенюк, В. А. Болотов, О. В. Глузман, Л. М. Дяченко, О. Л. Жук, О. С. Заблоцька, В. Г. Кремень, А. І. Кузьмінський, В. А. Кушнір, В. І. Луговий, В. М. Мадзігон, О. В. Овчарук, Н. В. Подопрігора, Н. О. Постригач, Л. П. Пуховська, А. М. Растрігіна, О. Я. Савченко, М. І. Садовий, І. В. Секрет, Г. К. Селевко, Н. В. Сороко, О. В. Сулима, О. М. Ткаченко, Л. Л. Хоружа та ін. [44; 49; 50; 57; 70].

Загальними висновками їхніх здобутків є: розуміння компетентнісного підходу в навчанні суб'єктів освітнього процесу як зміщення освітньої мети у сторону мобілізації знань на рівень сприйняття, розуміння, творчого застосування у соціальному середовищі та розвитку мислення, пам'яті, уяви; переконанні науковців, практиків про необхідність переходу освітнього процесу на нову концептуальну основу; установлення меж у змісті термінологічних позначень компетенцій і компетентностей.

Для розвитку компетентнісного підходу ми проаналізували [117; 123] міжнародний досвід упровадження його в освітній простір, зокрема Європи.

Компетенції розглядаються як норми суспільства на підготовку освічених громадян у рамках суспільно-значимих вимог. У 2009 р. Рада Європи визначила наступні ключові компетентності: вивчати, шукати, думати, співпрацювати, братися за справу, адаптуватись. Але єдиного переліку ще немає [149]. Міжнародна комісія Ради Європи поняття компетентності розглядає як загальні, або ключові, базові вміння, фундаментальні шляхи навчання, ключові уявлення, опори або опорні знання [148].

Міжнародний департамент стандартів із моніторингу навчання, досягнення та освіти (International Board of Standards for Training, Performance and Instruction, IBSTPI) поняття «компетентність» розглядає як набір ЗУН і відношення до них особистості. Набуття суб'єктом навчання нових ЗУН забезпечує ефективну діяльність з виконання окреслених навчальними

дисциплінами функцій, що визначені стандартами у галузі професії чи виду діяльності. Департамент пропонує оцінювати компетентності через обґрунтовану кількість понять-індикаторів. У нашому дослідженні вони слугують оцінкою набутих ЗУН, навчальних досягнень з ЦТ.

Федеральний статистичний департамент Швейцарії та Національний центр освітньої статистики США і Канади у 1997 р. започаткували програму «Визначення та відбір компетентностей: теоретичні та концептуальні засади» (DeSeCo). До нього ввійшли експерти більше ніж 20 держав із галузей – освіти, бізнесу, праці, здоров'я, представників міжнародних, національних освітніх інституцій тощо. Думка експертів Організації економічного співробітництва та розвитку, створення умов для набуття необхідних компетентностей протягом усього життя проаналізована нами в монографії [831, с. 147].

Міжнародний стандарт класифікації освіти 2011 р. (як і у 1997 р.) дає дещо відмінні визначення термінів «освіта» та «навчання» [54, с. 8; 65, с. 79–80]. У ньому результатом процесу освіти є навчання, а комунікація передбачає передавання інформації [65, с. 7]. Академік В. І. Луговий вважає, що «освіта» за змістом є вужчим поняттям за «навчання» [54, с. 9].

Розроблена програма «DeSeCo» має змогу систематизувати й узагальнити набутий досвід ряду країн у визначенні та відборі ключових компетентностей [143]. Під поняттям «компетентність» експерти програми розглядають здатність ефективно задовольняти соціальні й індивідуальні потреби, забезпечувати діяльність з виконання поставлених завдань.

У монографії [118, с. 148–151] та публікаціях ми дослідили поняття «компетентність» у вітчизняному та зарубіжному досвіді та виявили його уніфікації. В країнах ЄС [152; 153; 155; 157] функціонують три моделі компетентності педагогічних працівників: на національному рівні Міністерствами дано визначення компетентності на Кіпрі, в Естонії, Німеччині, Великобританії; у 18 держав Європи уряди окреслили вимоги до визначення компетентності й заклали їх наскрізними в освітніх програмах педагогічної освіти Болгарії, Франції, Угорщини, Ірландії, Італії, Латвії,

Литви, Люксембургу, Нідерландів, Польщі, Португалії, Румунії, Словаччини, Іспанії, Швеції; конкретні компетенції з навчальних дисциплін визначають автономно університети, і вони слугують певним путівником у вирі знань для студентів; у Чехії, Фінляндії, Греції, на Мальті компетентності визначені на рівні навчальних дисциплін і на державному рівні не розглянуті [44, с. 77].

Зокрема, в Австрії (ключовими є предметна, особистісна, методологічна, соціальна) [70]; фінські вчені в якості основних критеріїв до ключових компетентностей обрали пізнавальну, соціальну, творчу, педагогічну, стратегічну та ряд умінь [32, с. 15; 39]; бельгійські – окреслили критерії компетентності (багатомірні, досяжні, прозорі, багато функціональні); в Німеччині виокремили 6 типів фундаментальних компетентностей (навчальна, методологічна, соціальна, ціннісна, знання, інтелектуальні, застосувальні) [32, с. 5]; в Іспанії в стандарті освіти передбачено формування ключових компетентностей за предметними галузями [43, с. 75–76].

Реформи освіти в США, Великій Британії, Канаді визначили тенденції до збільшення навчального часу на самостійну роботу з виконання практичних і лабораторних занять за рахунок скорочення лекційного фонду.

57-а сесія Генеральної Асамблеї ООН проголосила десятиліття 2005–2014 рр. декадою стійкого розвитку освіти (див. п. 2.1). «Освіта стійкого розвитку розглядається як процес і результат прогнозування та формування людських рис – ЗУН, відношень, стилю діяльності людей і співтовариств, рис особистості, компетентностей, що забезпечують постійне підвищення якості життя» [7]. Слідуючи визначеним орієнтирам в Україні Президент видав Указ «Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020» [81].

Ґрунтовним науковим підходом відзначається розгляд поняття «компетентності» Міжнародною комісією Ради Європи, яка окреслила перелік 8 ключових компетенцій для навчання, що впливали з логічного міркування: вивчати – шукати – думати – співпрацювати – діяти – адаптуватись. На цьому ґрунтується теза: навчання впродовж життя кожного європейця [44].

Таким чином, у країнах Європейського Союзу під компетентністю розглядається така структура освітнього процесу, яка спрямована на розвиток

особистості через саморозвиток і мотивацію. Міжнародний департамент стандартів досягнень в освіті під поняттям компетентності визначає здатність особистості ефективно здійснювати освітню діяльність і конструктивно виконувати навчальні завдання або роботу. Тут компетентність розуміється як система знань, навичок і відносин, які забезпечують ефективну діяльність, набувають певні стандарти фахівці у галузі професійної діяльності. Запропоновано індикатори: ЗУН та навчальні досягнення [118]. Характеристика кожної компетентності формується в поєднанні елементів, що мобілізують до активних дій: пізнавальних знань, практичних умінь і навичок, формування цінностей, розвиток емоцій, поведінкових компонентів.

Аналіз приведеного зарубіжного досвіду показав, що у процесі освітніх реформ окреслилися вимоги до педагогічного фахівця двох напрямів. Перший – майбутній фахівець у реформованому освітньому середовищі розглядається як визначальний чинник, що забезпечує якість освіти через ринкову конкурентноспроможність. Тоді Стандарти виступають засобом тиску на фахівця, який розпочав практичну діяльність на робочому місці.

Другий – реформи освіти кінця ХХ – початку ХХІ ст., де виокремилися вимоги до майбутніх фахівців із формування в них дієвої активності, причетності до втілення Стандартів у життя, творчого ставлення до реалізації освітніх змін як умови самовдосконалення освітньої діяльності [44, с. 34].

Виходячи з власних інтересів кожна держава встановлює власні Стандарти освіти, які можна поділити на декілька частин [44, с. 34] (рис. 2.7).

Згідно програми Tuning для розробки профілів ступеневих програм включаючи програмні компетентності як результати навчання, до загальних компетентностей відноситься здатність до аналізу та синтезу; уміння застосовувати знання на практиці; планування та розподіл часу; базові загальні знання; застосування базових знань професії на практиці; навички роботи з ПК; дослідницькі уміння; здатність до самонавчання; навички роботи з інформацією; уміння самокритики та критики; здатність адаптуватися до нових ситуацій та генерувати нові ідеї [19; 62; 155].

У рамках проекту Tuning повністю розроблені програми фахових

компетентностей Євробакалаврів та Євромагістрів для 9 предметних галузей (subject areas) – бізнес і менеджмент, хімія, науки про Землю, освіта, європейські студії, математика, фізика, історія, сестринська справа.



Рис. 2.7. Види Стандартів освіти

Звідси поняття «навчальна програма» визначається, як нормативний документ, що конкретизує визначені Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти результати навчання відповідно до освітньої галузі або її складової, деталізує навчальний зміст, у підсумку засвоєння якого такі результати досягаються, а також містить рекомендації щодо виявлення та оцінювання отриманих здобутків навчання [29, ст. 1, п. 14]. Вимоги до робочих програм навчальних дисциплін, що визначаються програмою «Тюнінг» розуміється як програма вдосконалення компетенцій, і є завданням зі створення освітнього середовища. Компетенції у Тюнінгу є динамічним поєднанням ЗУН, розуміння, ставлення, коли результати навчання вказують на рівень компетенції суб'єктів навчання [19].

У ході вивчення зарубіжного досвіду визначено, що нині в Європейському Союзі актуальною є ідея розглядати постать учителя як інноватора, організатора-менеджера освіти, володаря власної індивідуальної траєкторії професійної діяльності, компетентного комунікатора, вмілого помічника суб'єктів навчання. Сутність педагогічного фахівця XXI ст. полягає в тому, що це професіонал-інтелігент-громадянин своєї держави.

Так Асоціація ректорів педагогічних університетів Європи розробила «Педагогічну Конституцію Європи». У світовому просторі учительська професія розглядається як найбільш відповідальна, де постійно функціонує ланцюг взаємопов'язаних процесів: навчання і виховання суб'єктів навчання – якісна освіта – НТП – розвиток суспільства. Виходячи з вказаної Конституції ми визначили основні компетенції європейського викладача, які

переклали на базові спеціальності ЦТ:

- володіти комунікацією з закладами освіти, громадськими організаціями, батьками, суб'єктами навчання, міжособистісним і соціальним спілкуванням;

- усвідомити, що праця вчителя є колективною формою організації роботи суб'єктів навчання. Тоді буде реальною неперервна педагогічна освіта;

- уміти формувати нові освітні середовища, до структури яких входять суб'єкти навчання (батьки, студенти, викладачі, управлінці, стейкхолдери та ін.), експерти, бізнес, громадські організації освіти. В умовах інтеграції освітні середовища набувають міжнародного характеру;

- здійснювати цілісний неперервний професійний саморозвиток, забезпечувати розвиток професіоналізму, міжнародної мобільності [44, с. 80–81]. Засобом реалізації цієї вимоги є логіка: пізнання – знання – інтелект – афект – цінності – воля – досвід – проектна дія – перетворення.

Отже, компетентнісний підхід передбачає створення компетентнісно-діяльнісної освіти, де забезпечено комплексне усвідомлення майбутніми фахівцями фундаментальних знань та упровадження в освітній процес інноваційних способів практичної діяльності, внаслідок чого реалізується власна професійна траєкторія, набувається самостійність, мобільність і конкурентоздатність. Світова практика з розвитку та формування теоретичних основ проблеми компетентності (Закон України «Про освіту», Закон України «Про вищу освіту») слугують підставою для такого роду досліджень в Україні.

Перебудова структури і змісту навчальних предметів вищої школи в Україні у найближчі 15 років має здійснюватися згідно нових Державних стандартів для вищої та середньої освіти. Для базової загальної середньої школи він запроваджується з 2013 р., для повної загальної середньої освіти з 2018 р. З прийняттям закону України «Про вищу освіту» розпочався процес оновлення університетських стандартів [123].

Поняття «компетентність» має тривалий шлях розвитку і багатоаспектну систему його дослідження та впровадження (рис. 2.8).

Його зміст та структура визначені у Законі України «Про вищу освіту» [80].

У статті 1 компетентність розглядається як динамічна комбінація ЗУН, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, яка визначає здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність і є результатом навчання на певному рівні вищої освіти. Пункт 19 цієї статті визначає «результати навчання – сукупність ЗУН, інших компетентностей, набутих особою у процесі навчання за певною освітньо-професійною, освітньо-науковою програмою, які можна ідентифікувати, кількісно оцінити та виміряти». У пункті 23 зазначено, що «якість вищої освіти – рівень здобутих особою ЗУН, інших компетентностей, що відображає її компетентність відповідно до стандартів вищої освіти». У статті 5 при описі рівнів і ступенів вищої освіти робиться посилання на Національну рамку кваліфікацій, а у статті 10 закону передбачено «перелік компетентностей випускника» [80].



Рис. 2.8. Особливості формування уявлень про компетентність

Статтю 47 окреслено, що «освітній процес – це інтелектуальна, творча діяльність у сфері вищої освіти і науки, що провадиться у ЗВО (науковій установі) через систему науково-методичних і педагогічних заходів і

спрямована на передачу, засвоєння, примноження і використання знань, умінь та інших компетентностей у осіб, які навчаються, а також на формування гармонійно розвиненої особистості» тощо [80].

У Законі України «Про вищу освіту» визначено шляхи оновлення університетських стандартів. Стандарт передбачає «забезпечення реалізації можливостей розвитку суб'єктів навчання як вільної особистості, здатної за допомогою набутих ключових і галузевих компетентностей ефективно самореалізуватися в сучасному багатоманітному глобалізованому світі та брати участь у житті демократичної, соціальної, правової держави і громадянського суспільства, вчитись впродовж усього життя» [80, с. 7].

У Національному освітньому глосарії вища освіта розглядається як «сукупність компетентностей, що виражають знання, розуміння, уміння, цінності, інші особливі якості, які набув студент після завершення освітньої/навчальної програми або її окремого компонента» [65, с. 55].

Таким чином, за останні роки прийнято ряд важливих документів державного рівня щодо сучасного бачення освіченості випускників як шкіл базової та повної школи, так і фахівців ЗВО.

Кабінет Міністрів України у 2011 р. затвердив Національну рамку кваліфікацій – системний і структурований документ, де 5 видів базових компетентностей: знання, уміння, комунікацію, автономність, відповідальність описуються як кваліфікаційні рівні [64].

Ще одним нормативним документом, що визначає зміст понять «компетентність», «компетенція» та ін. є Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [29], який окреслює зміст понять: навчальна програма, компетенції, компетентність, психолого-педагогічні підходи та їхні різновиди для офіційного вживання.

За викладеного вище нормативно-організаційного підходу до сутності поняття «компетентність», вона виступає набутою в процесі навчання інтегративною здатністю суб'єкта навчання, що складається зі знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлень, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці

[29, ст. 1, п. 9]. Іншими словами, компетентність – міцність знань, гнучкість методу навчання, критичність мислення суб'єкта навчання, результативність.

На нашу думку, в нормативних документах [29; 67; 80] недостатньо окреслено психолого-педагогічне обґрунтування цього поняття. Для усунення виявленої суперечності ми розглянули компетентність з точки зору екофасилітації, психодидактики, інтелектуальності та функціональності.

Важливим є розібратися з природою компетентнісної освіти, усвідомити її, викладачами, вчителями, студентами, батьками, управлінцями. Новий зміст освіти, який викладено у Державному стандарті покликаний модернізувати основне – зміст освіти. Впродовж останніх ста років у освітньому просторі України здійснено 15–17 реформ і жодна не торкнулася модернізації змісту освіти [57]. Засвоєння новітнього змісту має здійснюватися у реальному освітньому середовищі, без якого інтенсивний розвиток неможливий.

У розвитку компетентності окремо виділяється частина психологічної педагогіки – *психодидактика*. Вчені П. Ф. Каптерев [40], О. Ф. Лазурський [33], О. П. Нечаєв [33] розглядали її як інтегровану науку, де з'єднані теорія і практика розвиваючої освіти, особистісно зорієнтованого навчання. Процес засвоєння знань і одночасне формування різносторонньо розвиненої особистості були у центрі уваги дослідників. Передбачається формування та розвиток інтелектуальної особистості, здатної до життя у конкурентному суспільстві. Психодидактика визначає основи теоретичного обґрунтування та впровадження в практику діяльності інноваційних методів навчання, які лежать в основі компетентнісного підходу.

У цьому зв'язку актуальності набув принцип випереджального навчання, який обґрунтували Л. С. Виготський [20] та С. Л. Рубінштейн [85]. Методику такого навчання студентів використовував лауреат Нобелівської премії І. Є. Тамм [93]. Організація самостійної роботи у нього ґрунтуватися на методі проєктів, проблемності, віртуальної медіатехнології та ін.

Значний внесок у дослідження поняття компетентності здійснили вітчизняні дослідники. Виходячи з аналізу праць В. Ю. Бикова [6],

Н. М. Бібіка [7], В. Г. Кременя [34], О. Я. Савченко [86] та ін. визначення терміну «компетентність» має відображати здатність здійснювати певну діяльність, яка базується на динамічній комбінації ЗУН, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей (рис. 2.9). З точки зору *екофасилітації* компетентність розглядається як процес необоротного, нелінійного і малопередбачуваного переходу до нових основ життєдіяльності особистості; самоуправління відкритою динамічною системою особистості, що у стані саморозвитку [55].

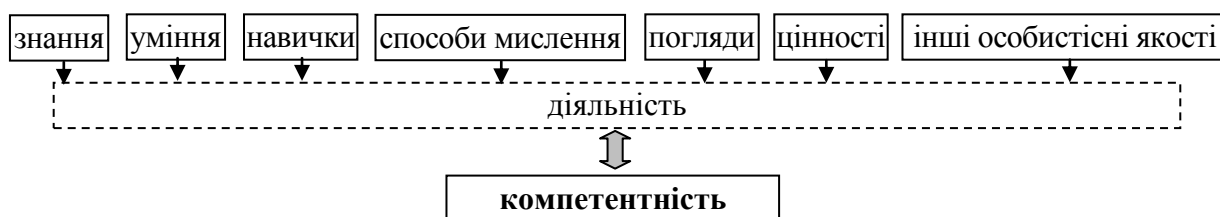


Рис. 2.9. Компоненти поняття «компетентність»

О. О. Кондрашихіна [46], І. Б. Котова [74], П. В. Лушин [55], С. А. Смирнов [74], Є. М. Шиянов [74] розглядають педагогічну екофасилітацію професійної компетентності майбутніх викладачів через:

- аутопсихологічний компонент – готовність і мотивоване бажання їх до цілеспрямованих навчальних дій, що ведуть до особистісного розвитку;
- рефлексивно-оцінний компонент – особистісно-професійні якості: здатність аналізувати, синтезувати, узагальнювати, робити висновки, усвідомлювати знаннєві цінності, значимість майбутньої професії;
- когнітивно-діяльнісний компонент – встановлення ефективної суб'єкт-об'єктної комунікативної взаємодії учасників освітнього процесу на професійному рівні, що відповідає вимогам Державного стандарту.

Аналізуючи дослідження Е. Г. Гельфман [21], В. М. Гриньової [27], М. О. Холодної [21], ми окреслили поняття *інтелектуальна компетентність*, під яким розуміється не буквальне формування ЗУН, розвиток теоретичного мислення, а збагачення індивідуального ментального розумового досвіду особистості. Отже постає завдання використання за компетентнісного підходу визначених показників інтелектуальної зрілості [21; 27].

З точки зору психолого-педагогічної науки ми пропонуємо уточнити

поняття *функціональної або професійної компетентності* через її властивості: професійно значимі знання цифровізації й уміння; рівень управління і прийняття рішень; вагомість методичних і соціальних знань і навичок; здібності в області інформаційного спілкування; здатності сприймати та інтерпретувати інформацію.

О. Я. Савченко вважає, що компетентнісна освіта є особистісно зорієнтованою [86] діяльністю з оволодіння знаннями і цінностями.

В. Р. Ільченко компетентність розглядає як набуту в процесі навчання інтегровану здатність суб'єкта навчання, що складається зі знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлень, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці – основна характеристика якості освіти [43, с. 71].

Таким чином, однозначного трактування змісту цього поняття поки що немає, хоч дослідники виділяють цінність набутих ЗУН; досвіду та ставлення особистості до них і навколишнього середовища.

Спільним у дослідженнях є наступне – поняття «компетентність»: завжди розглядається в контексті певної діяльності; розуміється як важлива системотвірна властивість особи, що є інтеграцією різних компетенцій людини; характеризує міру підготовленості людини до діяльності, передбачення ефективності її результатів; формується в ході освоєння людиною відповідальності за діяльність.

У результаті узагальнення вищевикладеного під компетентністю ми розуміємо здатність суб'єкта навчання володіти наділеними державними та громадськими структурами компетенціями: ціннісними, змістовими, загальнокультурними, особистісного самовдосконалення. «Компетенція є нормативною, ідеальною метою освітнього процесу, що моделює якості випускника, а компетентність – його результатом, рівнем прояву (сформованості). Поняття «компетенція» пов'язане зі змістом сфери діяльності, а «компетентність» – з особистістю, з здатністю особи ефективно діяти у стандартних і нестандартних ситуаціях» [95, с. 12].

Загалом компетентність – проінформованість, обізнаність, авторитетність;

коло питань, в яких людина добре обізнана, має знання та досвід; набута у процесі навчання інтегрована здатність особистості, яка складається зі знань, досвіду, цінностей і ставлення, що цілісно реалізуються на практиці [58].

Компетентнісний підхід потребує розглянути ряд понять нового змісту. Зокрема, оновленого змісту набуває поняття «знання». В нових умовах необхідно врахувати фундаментальні проблеми сучасної філософії, яка є основою для окреслення методології обґрунтування будь-якого навчання (див. п. 1.2). У педагогіці – це стрижень усієї освіти.

В Енциклопедії освіти поняття «знання» визначається як відображення у свідомості індивіду образів предметів та явищ об'єктивної дійсності (з часів Аристотеля), їхніх властивостей, відносин між ними й закономірностей розвитку в процесі засвоєння суспільного досвіду пізнання [34, с. 326]. Вони є передумовою будь-якого розвитку. З часів Ф. Бекона: «Знання – сила».

Ґрунтовно поняття «знання» досліджують А. М. Алексюк [1], С. У. Гончаренко [24], М. М. Фіцула [129] та ін.

М. М. Фіцула [129] розрізняє окремі види знань (рис. 2.10). Знання – категорія, яка віддзеркалює зв'язок між пізнавальною й практичною діяльністю людини. Вони виявляються в системі явищ, процесів, понять, суджень, уявлень та образів, орієнтовних основ дій, і мають певний обсяг та якість. Їх можливо ідентифікувати тільки за умови прояву у вигляді вмінь виконувати відповідні розумові або фізичні дії.

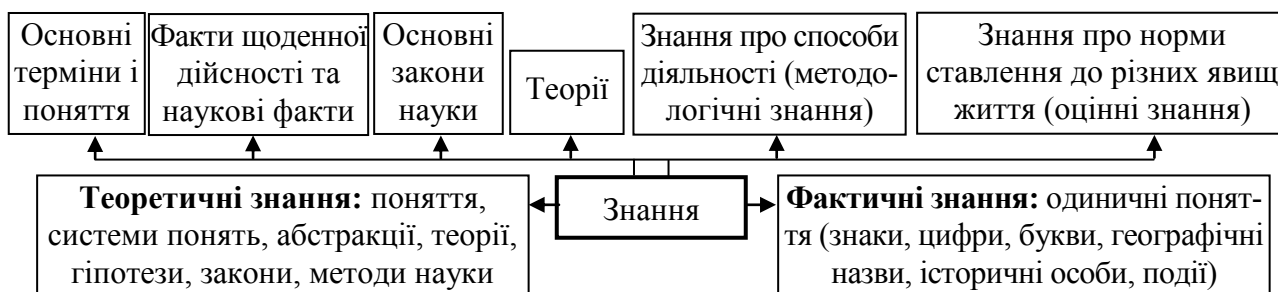


Рис. 2.10. Види знань

Ми розглядаємо поняття знання як результат процесу діяльності в перевіривній суспільній практиці і логічного впорядкованого відображення її у свідомості суб'єктів навчання, ми виділяємо деякі його особливості.

Знання – узагальнений досвід людства, що відображає різні галузі дійсності у вигляді фактів, правил, висновків, закономірностей, ідей, теорій, якими володіє наука [129].

Найбільш вживаними є поняття теоретичних, фундаментальних (див. п. 1.2), експериментальних, наскрізних оцифрованих знань [89]. Зокрема, фундаментальні знання соціальних і професійних норм діяльності особи складають основу її освіти та професійної підготовки. Вони формують здатність особи опановувати нові знання, орієнтуватися у проблемах, що виникають, розв'язувати задачі, що прогнозують діяльність.

Фундаментальні знання є інваріантні у відношеннях: напрямів підготовки до певної галузі освіти; спеціальності до напрямку підготовки; спеціалізації до спеціальності.

Крім поняття знання компетентнісний підхід у навчанні ЦТ в ході вивчення ФТД (табл. 2.4) потребує уточнення поняття «уміння» та конкретизації їх видів [129; 137] (рис. 2.11).

На практиці розрізняють [129; 137] (рис. 2.11) наступні вміння:

- первинні (неавтоматизовані дії, підпорядковані певному правилу) та вторинні (дії, які не автоматизовані, тому що не мають однозначного правила в своїй основі й передбачають елементи творчості) [129];
- теоретичні (в їхній основі – правила оперування поняттями, вони є результатом аналізу-синтезу) та практичні (дії, що регулюються за допомогою формул, моделей, зразків) [129];

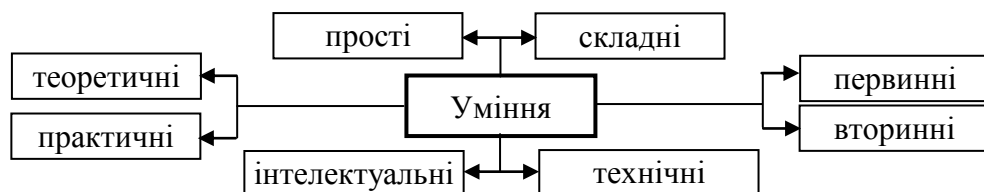


Рис. 2.11. Види вмінь

- прості (перший крок, тренування) та складні (уміння та навички) [137];
- інтелектуальні (здатність слухати, читати й розуміти, висловлювати свої думки, планувати роботу, вирішувати розумові завдання тощо), технічні (здатність оформляти різні документи, формулювати вимоги або відповідь

тощо), практичні (вміння діяти згідно з планом, організовувати своїх працівників на виконання доведеного завдання тощо) [137].

В епоху цифровізації освіти уточнення потребує зміст поняття «*навички*», як автоматичний компонент дії, свідома діяльність суб'єктів навчання.

Навички – більше психічне новоутворення, завдяки якому індивід спроможний виконувати певну дію раціонально, точно і швидко, без зайвих затрат фізичної та нервово-психічної енергії [129]. Вони [137] (рис. 2.12) формуються на базі знань і простих умінь шляхом вправ.



Рис. 2.12. Види навичок

Процес формування навичок має функцію постійного перенесення, поширення і використання знань, як це показано на прикладі РТ (див. розділ 1). Для ефективної реалізації цієї функції слід навички перетворити в узагальнену, узгоджену цілісну систему дій.

Компетентнісний підхід окреслює вимоги до поняття *поглядів* на проблему навчання. Погляди – це схвалене суб'єктом навчання ставлення до дійсності. В сукупності виховних знань, оцінної орієнтації, під впливом мотивації відбувається переростання поглядів у переконання; прийняті людиною достовірні ідеї, знання, теоретичні концепції, передбачення, що пояснюють явища природи і суспільства, є орієнтирами в поведінці, діяльності, стосунках [91].

Обов'язковим елементом компетентнісного підходу є поняття *цінностей* як основи для вибору цілей, способів і умов діяльності, системоутворююче ядро задуму (або програми), діяльності суб'єкта навчання.

Цінність – поняття, яке використовується в філософії і соціології для позначення об'єктів, явищ, їхніх властивостей, а також абстрактних ідей, що втілюють у собі суспільні ідеали і виступають завдяки цьому як еталон [2].

У монографії [118, с. 159–161] широко розглянута сутність загальнонавчальних компетентностей.

Цифрова компетентність трактується як така, що передбачає впевнене, критичне та відповідальне використання суб'єктами навчання ЦТ в процесі навчання, на роботі, участі у житті суспільства. Вона охоплює інформаційну грамотність і грамотність даних, комунікацію та співпрацю, медіаграмотність, створення цифрового контенту (включаючи програмування), безпеку (включаючи цифровий добробут і компетентності, пов'язані з кібербезпекою), питання інтелектуальної власності, розв'язання проблем і критичне мислення [154].

У межах проаналізованих визначень ми виділили природничо-наукову та ІЦК як базові, а предметні компетентності є тими, що створюють творчий потенціал і загальну культуру особистості.

Таким чином, поняття «компетентність» не є сукупністю чи сумою ЗУН. Воно містить всі сторони діяльності суб'єктів навчання: мотиваційну, знаннєву, організаційно-технологічну, ціннісну. Тому поняття «компетентність» ми розглядаємо як складну інтегровану якість особистості. Ця якість у кожній особистості своя власна. Така якість обумовлює діяльність, причому не в частині окремих знань чи вміння і не в сукупності окремих видів діяльності. Компетентнісна властивість суб'єктів навчання дозволяє їм здійснювати діяльність загалом і вирішувати будь-які завдання, що висуває життя.

Виходячи з проблем і суперечностей сучасної системи освіти (див. п. 1.1, п. 1.5) частина дослідники [15] відзначає, що криза, яка склалася в освіті, пов'язана не стільки з її недостатньою ефективністю у вузькопрагматичному сенсі, з точки зору засвоєння ЗУН, скільки з вихолощенням суті освіти як провідного засобу «духовного виробництва», вихованням морально зрілої та соціально активної особистості [1; 20; 76]. Йдеться про гуманітарну спрямованість і гуманізацію освітнього процесу, а не тільки про трансляцію технократично орієнтованих прагматичних знань за допомогою сучасних ІЦТ. Необхідний особистісний підхід до визначення умов, цілей, процесу навчання і виховання та його результатів. С. Д. Смірнов вважає, що «стає все більш затребуваним саме життєтворчість особистості» [101, с. 8]. Необхідні

різнобічна підготовка та виховання індивіда не тільки в якості спеціаліста, професіонала своєї справи, а й як особистості, члена колективу і соціуму [45].

Таким чином, компетентність формується внаслідок реалізації інтегративного підходу в сукупності з особистісно зорієнтованим, діяльним, системним і ресурсним підходами (рис. 2.5). Вони є невід'ємними частинами освітнього процесу. Набуття ж життєво-важливих компетентностей є запорукою успішної професійної діяльності майбутнього спеціаліста.

Крім поняття «компетентність» державний стандарт передбачає орієнтацію суб'єктів навчання на компетенції, які властиві не суб'єктам, а об'єктам досліджуваних систем.

На основі узагальнення зарубіжного та вітчизняного досвіду Постановою Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1392 «Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» [29] окреслено основні *види компетенцій*, аналіз яких здійснено в монографії [118]. Поняття «компетенції» розглядається, як суспільно окреслене коло та рівень ЗУН, ставлень у певній сфері діяльності людини [29, ст. 1, п. 10].

На нашу думку, вдало проаналізовано зміст поняття «компетенція» О. А. Ковальновою [43, с. 198–200]. Вона приводить два розуміння поняття компетенції: якою має бути поведінка суб'єкта навчання (американський); як опис робочих завдань або очікуваних результатів діяльності (європейський).

Поняття «компетенція» [43, с. 198–200] – це особистісна здатність фахівця вирішувати певний клас професійних завдань, які формально описані у вимогах до особистісних, професійних кваліфікаційних якостей; коло питань, явищ, в яких ця особа володіє авторитетністю, пізнанням, досвідом; колом повноважень, які підлягають до відання певних структур.

В. Ф. Заболотний [35] вважає, що компетенції охоплюють сукупність предметів навчання, завдань, визначених повноважень, прав і обов'язків виконавського органу або посадової особи, згідно чинного законодавства.

Г. Ф. Бушок та Е. Ф. Венгер [14] визначають компетенції як базові якості індивіда, що включають сукупність взаємозв'язаних його якостей для якісно

продуктивної діяльності.

Ми [95] узагальнили структурні елементи поняття «компетенція» (табл. 2.5) означені доктором наук І. О. Зимньою [36], дослідниками Л. Спенсері та С. Спенсері [104], А. В. Хуторським [131] та ін.

Таблиця 2.5 [95]

Структурні елементи поняття «компетенція»

І. А. Зимня	Л. Спенсері, С. Спенсері	А. В. Хуторський
Готовність до прояву компетентності (мотиваційний) Володіння знаннями змісту компетентності (когнітивний) Досвід прояву компетентності у стандартних і нестандартних ситуаціях (поведінковий) Ставлення до змісту компетентності й об'єкта її застосування (ціннісно-смысловий) Результат прояву компетентності (емоційно-вольовий)	Мотиви, що думає, бажає, що викликає дію Реакції на ситуацію чи інформацію – психофізичні особливості Установки, цінності або образ «Я» Знання – інформація, якою володіє людина з певних змістових галузей Навички – здатність виконувати певну фізичну та розумову задачу	Ієрархія: ключова, загально предметна, предметна Коло реальних об'єктів дійсності, де вводиться компетенція Значимість компетенції, соціально-практична обумовленість (для чого вона потрібна соціуму) Смыслова орієнтація суб'єктів навчання до об'єктів навчання, особистісна значимість компетенції Знання про це коло реальних об'єктів Вміння з цього кола реальних об'єктів навички Способи діяльності в колі реальних об'єктів Мінімально необхідний досвід діяльності суб'єктів навчання у сфері цієї компетенції Індикатори: приклади, зразки навчальних і контрольних завдань щодо визначення компетентності суб'єктів навчання

А. В. Гулига [28] компетенції розглядає як взаємозв'язані сукупності базових якостей особистості: ЗУН, способи діяльності, які задаються до певного кола предметів і процесів, що задовольняють необхідну якість продуктивної діяльності.

О. Є. Лебедев [51] під поняттям «компетенції» розуміє здатність застосовувати знання, вміння та ефективно діяти за набутого практичного досвіду, коли розв'язуються задачі загального типу. Тоді поняття «компетенція» включає вимоги до знань і розуміння (теоретичне знання академічної галузі, здатність знати й розуміти), знання як діяти (практичне й оперативне застосування знань до конкретних ситуацій), знання як бути (цінності як невід'ємна частина способу сприйняття й життя з іншими в соціальному контексті). Тут окреслена предметна сфера, з якою індивід

добре обізнаний, і в якій він виявляє готовність до виконання діяльності.

О. І. Ляшенко виділяє когнітивні, функціональні, особистісні, ціннісні метапредметні компетенції, як основу структури компетентності [56, с. 37].

За С. Я. Батишевим, А. В. Гулигою, О. М. Новіковим [28; 82] компетенція – інтегрований результат взаємодії компонентів: мотиваційного, цільового, орієнтаційного, функціонального, контрольного, оціночного.

Таким чином, учені за змістом означень компетенції не мають єдиної точки зору.

Національний класифікатор України компетентнісну модель професійної діяльності майбутнього фахівця з вищою педагогічною освітою визначає набором компетенцій. Вона оцінюється в ході педагогічної діяльності в рамках конкретного профілю навчання [118, с. 164–165].

Виходячи з рекомендацій Європейського Союзу та розпорядження 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» [48] ми пропонуємо до визначеного переліку компетенцій додати цифрову. Цифрова – передбачає критичне, відповідальне застосування ЦТ в освітньому процесі, на роботі, в побуті, суспільному житті. Вона включає вміння перетворювати аналогову інформацію в дискретну, комунікацію й співпрацю, створення цифрового контенту, медіаграмотності, цифрового добробуту, розуміння кібербезпеки.

На нашу думку, найбільш ефективним визначенням поняття «компетенція» (лат. – коло питань, з якими людина повинна бути добре обізнана, володіти знаннями і досвідом) є таке, що виражається змістом освіти: ЗУН, а також способами діяльності у конкретних життєвих ситуаціях для розв’язання практичних і теоретичних завдань.

Дослідники виокремили 7 ключових компетенцій у *сфері освітньої діяльності* [131]: вміння вчитися; мати загальнокультурний розвиток на рівні стратегії сталого розвитку (див. п. 2.1); мати громадянську позицію згідно

стратегії сталого розвитку; підприємницьку; соціальну; з ІКТ; здоров'язберігаючу. Ми пропонуємо додати ІЦК. Кожна з них в значній мірі трактується неоднозначно. Виходячи з такої ситуації, на нашу думку, їх доцільно зобразити як моделі ключових компетенцій і представити у вигляді структурно-логічних схем; профілей компетенцій; матриць компетенцій, які складаються на основі структурно-логічних схем.

Ми сформувавши структурно-логічну схему компетенції щодо формування умінь вчитися впродовж усього життя, до якої включили 8 основних елементів (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Структурно-логічна схема компетенції: перелік необхідних умінь для майбутньої діяльності

З аналізу елементів приведеної структури випливає, що формування компетенції можна забезпечити в основному діяльнісним і компетентнісним підходами до організації навчання (див. п. 2.2).

Компетенції, що забезпечують загальнокультурний розвиток ми розглядаємо з позицій стратегії сталого розвитку (див. п. 2.1), як критерію рівня такого розвитку. Структурно-логічна схема змісту діяльності особистості з точки зору загальнокультурної компетенції (рис. 2.14) складається з 10 структурних елементів і в основному забезпечується переліком вимог до особистісно зорієнтованого підходу (див. п. 2.2), який виконує загальнокультурну функціональність посади.

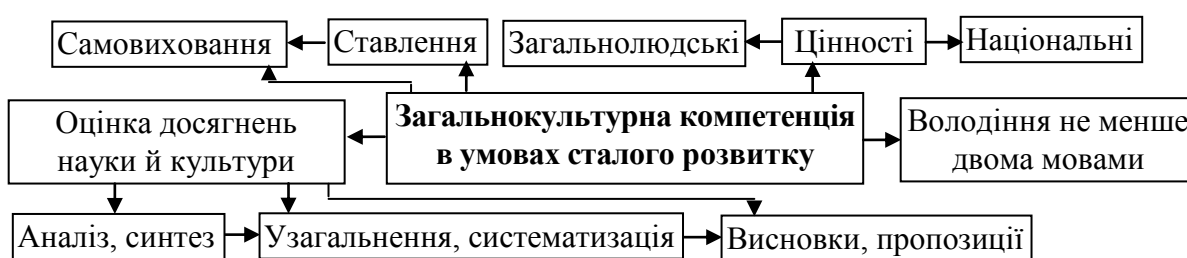


Рис. 2.14. Структурно-логічна схема до вимог загальнокультурної компетенції

Формування громадянської позиції особистості згідно стратегії сталого розвитку відповідає вимогам посади з забезпечення *громадянської компетенції*, яка складається з 7 елементів і становить систему (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Структура поняття громадянська компетенція

Формування вимог до *підприємницької компетенції* є багатограним і має розгалужену кількість елементів. На рис. 2.16 подана структурно-логічна схема вимог до цієї компетенції, яка включає 11 елементів. Зміст цих елементів має забезпечити уміння до ґрунтовного планування освітнього процесу не лише з ФТД, а й блоку гуманітарного циклу.



Рис. 2.16. Структура вимог підприємницької компетенції

Соціальна компетенція включає 6 структурних елементів і обумовлена на здатність забезпечувати продуктивну діяльність індивідуальну та колективну в органічному зв'язку з навколишнім середовищем і суспільством (рис. 2.17).



Рис. 2.17. Структура вимог соціальної компетенції

Згідно стратегії сталого розвитку та Закону України «Про вищу освіту» невід'ємною частиною освітнього процесу є завдання з формування

інформаційно-комунікаційної (ІК) компетенції. На рис. 2.18 складена структурно-логічна схема вимог до такої компетенції, яка складається із 11 елементів і виражається через здатність особистості до дій.

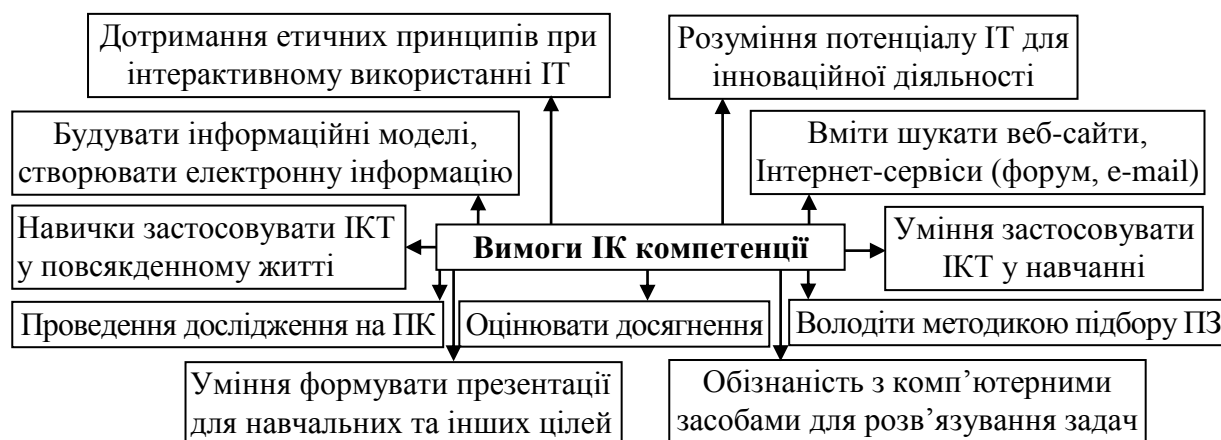


Рис. 2.18. Структура вимог ІК компетенції

До системи вимог здоров'язберігаючих умінь і навичок відносяться: ставлення особистості до власного здоров'я та навколишнього середовища; використання засобів психофізичної діагностики стану здоров'я; вміння проектувати індивідуальні траєкторії розвитку способів збереження здоров'я інших; організаторські, аналітичні, проектувальні, комунікативні, корекційні здоров'язберігаючі вміння та навички. Майбутнє українського народу залежить від забезпечення її здорового способу життя [130], що здійснюється шляхом формування *здоров'язберігаючої компетенції* (рис. 2.19), що складається з 11 елементів і охоплює різні сторони життєдіяльності особистості та суспільства. Вони (рис. 2.19) є єдиною системою, реалізація якої забезпечує формування здоров'язберігаючої компетенції при виконанні професійних завдань.

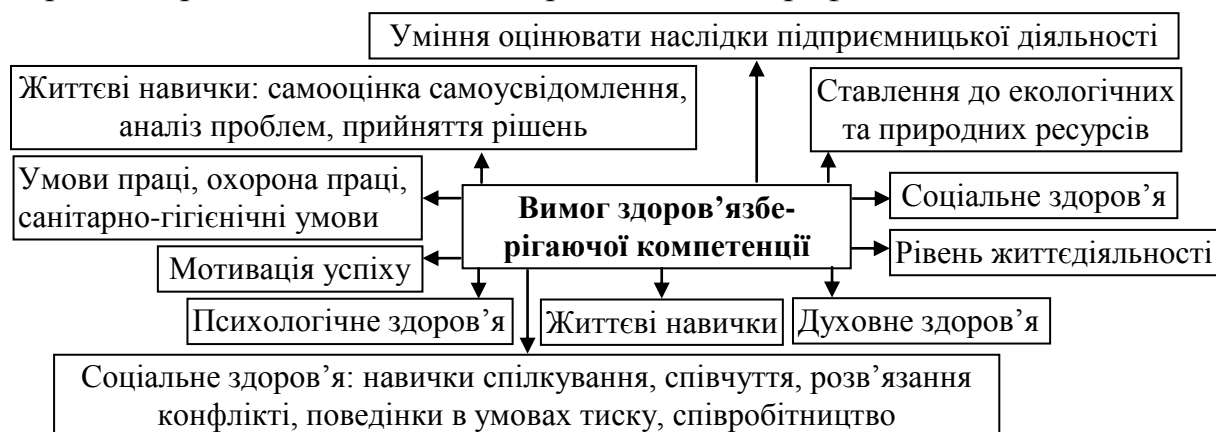


Рис. 2.19. Структура вимог здоров'язберігаючої компетенції

Викладена на рис. 2.13 – 2.19 система вимог забезпечить розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД у ЗВО.

На нашу думку, компетенції для майбутнього фахівця професійної освіти педагогічної галузі – це образ його майбутньої діяльності, орієнтир для набуття навичок, умінь, які включають вимоги до особистості зі здатності до:

- узгодження змісту освіти з сучасними потребами студентів і суспільства, створення інтегрованих курсів навчальних дисциплін, як шлях до скорочення навчальних дисциплін одного фахового спрямування;

- орієнтації на інтеграцію, вибір корисного з європейського освітнього простору з чітким визначенням власних освітніх національних інтересів і використанням власних наукових здобутків;

- реалізації стратегії сталого розвитку в частині освіти і відповідно розробки довготривалої національної стратегії створення навчальних програм, в основі яких покладено формування в студентів ключових компетентностей;

- створення ефективної методики та технологій запровадження ключових, предметної та фахової компетенцій в освітньому процесі.

Отже, у світовій теорії та практиці накопичилися ґрунтовні знання понять педагогічних підходів до навчання, компетенцій і компетентності. Це потребує аналізу проблеми та окреслення методичних аспектів розвитку мотивованої навчальної діяльності у закладах освіти на здобуття сучасних фахових знань.

Залишається не в повній мірі досліджена проблема єдиного підходу до визначення поняття ключових і предметних компетентностей і компетенцій, а відповідно і компетентнісного підходу. В цьому напрямі доцільно продовжити дослідження.

Здійснений вище аналіз поняття «компетентнісний підхід» (див. п. 2.2) приводить до висновку про те, що його абсолютизація несе і негативний вплив на освіту. Компетентнісний підхід має ряд обмежень і недоліків особливо у частині розвитку ІЦК у ході навчання ФТД у ЗВО.

1. Аналіз досліджень В. Ю. Бикова [6], І. А. Зязюна [76], О. Я. Савченко [86], О. А. Щербини [135] свідчить, що недоліком досліджуваного підходу є

абсолютизація технологічних і раціональних показників розвитку особистості. Реальністю є те, що намагаючись поліпшити результати освітнього процесу педагогічні працівники нерідко абсолютизують раціональну сферу сутності буття суб'єктів навчання, що є основою класичної парадигми освіти і відповідно поступово відкривається шлях до технократизму та раціоналізму. Тобто є певне ігнорування духовної складової розвитку особистості.

У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти визначені соціальні й професійні компетентності та зроблено намагання показати аксіологічну, етичну, духовну складові. Проведений нами аналіз праць В. Ю. Бикова [6], Ю. П. Бендеса [4], О. А. Дубосенюк [32], В. А. Кушніра [50], Н. В. Подопрігори [78], М. І. Садового [91], В. Д. Сиротюка [4], В. Д. Шарко [133] показує, що коли справа йде про практичну сторону розвитку особистості під час різноманітних занять з ФТД, самостійної роботи, самоосвіти, то реалізація компетентнісного підходу зводиться переважно до раціоналістичної, технологічної складової пізнання.

2. Аналіз застосування компетентнісного підходу до оцінювання успішності (Н. М. Бібик [7], Г. Б. Голуб [23], О. І. Ляшенко [56], Л. С. Смолінчук [102], О. А. Щербина [135]) є обмеженим у частині виявлення творчої та дослідницької складових результатів навчання суб'єктів пізнавального процесу. Лише частина оцінок розвитку особистості піддаються раціональним і технологічним способам оцінювання.

Є точка зору про доцільність поєднання особистісно зорієнтованого та компетентнісного підходів для формування парадигми освіти України [7], проте є загроза впливу класичної технократичної парадигми у запровадження цифровізації освіти. Крім цього, життєві досягнення, які задекларовані у критеріях оцінювання навчальних досягнень суб'єктів навчання не реалізовані підходом у вигляді результатів освітньої діяльності. Практично оцінюються ЗУН з ФТД і зрідка елементи навчальних досягнень.

На нашу думку, компетентність є багатоструктурованою і багаторівневою характеристикою якості підготовки майбутніх фахівців ЦТ й оцінку такої

якості формально стандартизувати неможливо. Найраціональнішим є виокремлення особистісно зорієнтованого, діяльнісного, компетентнісного, системного та ресурсного підходів і на їх основі запровадити інтегративний підхід (рис. 2.3), на основі якого можна будувати адаптовану систему контролю й оцінювання навчальних досягнень суб'єктів навчання.

Ні ЗУН, ні досвід діяльності не можуть бути компетентністю, бо вона цілісна. Слід визначити відмінні від традиційних пріоритети в оцінюванні пізнавальних результатів навчання: від оцінки ізольованих знань – до інтегративної та міждисциплінарної; запровадження захисту проектів із робототехніки, мехатроніки; переходу до оцінки усвідомленості й узагальненості набутого досвіду; апробації різних оцифрованих навчальних стратегій тощо. Важливого значення набуває забезпечення об'єктивної інформації про навчальну активність студентів, їхні досягнення, необхідність корекції [7, с. 5].

Досить важко визначити, до якої системи оцінювання чи рейтингування віднести зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО). Невідомо, що оцінюється.

У США та й в інших державах якість результатів навчання в основному визначається за здатністю випускника до успішного використання на практиці результатів навчання за компетентісно спрямованими тестами пристосованими до виявлення здібностей суб'єктів навчання до оволодіння певною спеціальністю з обов'язковим проведенням співбесіди чи екзамену.

У компетентісному підході освітян Великобританії оцінювання здійснюється шляхом інтеграції знань, розуміння, цінностей і навичок у 5 групах (когнітивні, функціональні, особистісні, етичні, мета компетенції) [108].

У Франції компетентність ґрунтуються на знаннях, що виявляються на екзаменах, досвіді, поведінковій характеристиці.

Німецька й Австрійська системи освіти прийняли підхід «компетенції дії» здатність виконувати задачі, вирішувати проблеми й оцінювати результат; здатність розуміти, аналізувати й оцінювати можливості розвитку, обирати та реалізовувати життєві плани; створювати та підтримувати стосунки, взаємодіяти з іншими [108].

3. Компетентнісний підхід у практиці діяльності ЗВО в Україні не розглядається в якості конкретних цільових установок для розробки Державних стандартів та освітніх програм ЗВО, де тривалий час відсутні Державні стандарти. Виходячи з програми сталого розвитку, формування освітньої програми, ІЦТ більше відповідає умовам ринкової економіки. Передбачається формування в студентів предметних ЗУН і ключових компетентностей, які мають сприяти соціальній адаптації та готовності до ІТ діяльності.

4. У концепціях розвитку освіти в Україні часів незалежності зосереджена основна увага на навчальних досягненнях кожної особистості, але існуюча матеріальна база навчальних предметів, комплекти для досліджень орієнтовані на контингент всієї академічної групи, що не дозволяє ефективно оволодіти комп'ютерно орієнтованими технологіями.

5. Методичне забезпечення ФТД, передбачене базовими навчальними планами, не адресоване викладачу, а тому не є методичною системою. О. Я. Савченко відзначає, що критерієм ефективності методичної системи є вимірюваність [86]:

а) співвідношення цілей і досягнутих результатів навчання;

б) ефективності запропонованих методик, коли нечітко виражені очікувані результати та відсутність діагностичного супроводу;

в) рівня розрізненості (теорія компетентнісного підходу не розрізняє): що є методичні рекомендації (які є складовими методичної системи), а що таке технології, хоч формування компетентності вимагає технологічного підходу. Тому методичне забезпечення розвитку ІЦК носить епізодичний характер.

6. У сучасних методичних дослідженнях домінує роль інноваційних знахідок, перебільшена роль впливу ІКТ, значно недооцінюється роль базових дидактичних питань: як формувати у студентів знання, вміння; як досягати їх глибини, міцності та гнучкості; як узагальнювати і систематизувати знання; яке повинно бути навчальне навантаження. Але останні повинні забезпечити досягнення необхідного рівня сформованості компетентностей, зокрема ІЦК, що зазначені у Державному стандарті.

7. У психолого-педагогічних дослідженнях удосконалення форм і методів освітнього процесу спрямовується у напрямках насичення й урізноманітнення ІЩ освітнього середовища, а не його оптимізацію та оцінку ефективності з точки зору полісуб'єктності навчання і специфіки навчання ФТД.

8. Предметні та ключові (зокрема ІЩК) компетентності мають уніфіковану структуру, проте зміст кожного навчального предмета ФТД має свою специфіку, тому не визначена позиція викладача щодо контролю й оцінювання ІЩК в залежності від умов навчання суб'єктів пізнання.

9. Дослідники дали визначення поняттям, які входять до структури компетентнісного підходу, але не прийшли до узгодженого визначення, яке співвідношення існує між поняттями «компетенція» та «компетентність». У монографії ми проаналізували це співвідношення [118, с. 146–169].

Таким чином, з аналізу приведених суперечностей і недоліків компетентнісного підходу постає проблема необхідності подальшого пошуку практичної реалізації задекларованих теоретичних бачень розвитку цифрової освіти в Україні, пошуку ефективних засобів для вимірювання набутих компетентностей. Відповідно виникає необхідність у розробці технології інтегративного підходу у визначенні парадигми освіти. Потребує вдосконалення традиційна система оцінки якості підготовки фахівців.

Виявлені суперечності спонукають до теоретичних розробок проблеми ІЩ контролю і створення ефективних технологій оцінювання пізнавальних результатів навчання. Традиційною системою тестів, у тому числі і ЗНО, не можливо об'єктивно оцінити весь спектр компетентностей, творчості та мислення суб'єктів навчання. Постає пріоритетна проблема створення методик та інструментарію для об'єктивної оцінки рівня сформованості компетентностей.

2.4. Методичні засади реалізації компетентнісного підходу в навчанні фізико-технічних дисциплін

З 90-х років ХХ ст. в Україні стали впроваджуватися реформи у вищій освіті, які спрямовані на покращення якості і рівної доступності до них,

оптимізацію навчальних планів, надання ЗВО автономії, надання студентам можливості вільного вибору освітньої траєкторії.

Проведені дослідження [119] в умовах індустріального етапу розвитку освіти в Україні показали, що майбутні фахівці забезпечувалися ґрунтовною сумою ЗУН, цінностей необхідних для оволодіння професією. Була стабільна нормативна частина навчального плану затребувана суспільством. Швидке запровадження ІКТ, ІЦТ навчання, актуалізували теоретичні дослідження діяльнісного, особистісно зорієнтованого та компетентісного підходів у навчанні, що випередило створення ефективного кадрового та методичного забезпечення такого навчання.

Таким чином, у вищій школі виникли проблеми, які потребують якісних змін у більшості дискретних, зокрема:

- зі зміною суспільного виробництва традиційний підхід до підготовки фахівців виявився непридатним для нинішніх умов виробництва, де освіта стає мобільнішою, здатною до переналагодження. Поряд з позитивними результатами некерований процес ліберального підходу до відкриття великої кількості ЗВО та спеціальностей привів до якісних і кількісних перекосів;

- нинішня освіта орієнтована на збільшення ролі самостійного формування компетентностей студентів, їх якостей, що забезпечують розвиток мислення, творчості, неперервне оволодіння новими знаннями впродовж усього життя.

Узагальнення результатів педагогічних досліджень [66] останніх 30 років привели до висновків, що конкурентоздатний фахівець має володіти не лише визначеними освітніми програми предметними компетентостями, а й набути особистісних якостей, до яких можна віднести:

- уміння науково обґрунтувати основи планування, що виражаються у формуванні у суб'єктів навчання навичок щоденного, посеместрового та річного планування ефективного навантаження;

- усвідомлення студентами суспільно значимої необхідності навчитися впродовж усього життя, що викликане швидкою зміною в часі затребуваних суспільством спеціалістів;

- сформованість у суб'єктів навчання усвідомлення, що нинішнє суспільство потребує фахівців, що діють в об'єднаних спільними цілями колективах і несуть персональну відповідальність за результати діяльності.

Визначені вимоги до ЗУН слугують основою для визначення шляхів оновлення змісту понять «компетенції» та «компетентність» (див. п. 2.3). За компетентнісного підходу майбутній фахівець крім ґрунтовних ЗУН має отримати свідоме бачення сутності своєї професійної діяльності, уміти забезпечувати ефективний результат діяльності за фахом; суб'єкти навчання окрім знання навчального предмета мають бути готовими до самостійності, самопізнання, самоаналізу та самооцінки, знаходити опору в самому собі, забезпечувати самостійне набуття системи ключових компетентностей в інтелектуальній, цивільно-правовій, комунікаційній, ІТ та інших сферах.

У наукових дослідженнях [4; 11; 13; 17; 63; 89; 139] виявлено, що на нинішньому етапі розвитку освіти традиційна методика навчання ФТД дещо суперечить висунутим у Законі України «Про вищу освіту» завданням. Звідси випливає потреба в якісній та кількісній її перебудові, а не частковій модернізації чи вдосконаленні. Це не якісне оновлення, а формування її засад на іншій основі: інтегративній єдності системного, ресурсного, діяльнісного, особистісно зорієнтованого та компетентнісного підходів (див. п. 2.2). Методика навчання ФТД склалася впродовж майже ста років, сформувалася усталена структура: поняття методики навчання; завдання, цілі та зміст навчання (навчальні плани, навчальні програми, посібники, технології, оцінка результатів); розвиток мислення і творчих здібностей; методи навчання; методика і техніка експерименту; розв'язування задач; форми організації навчальних занять; факультативні курси; позааудиторна робота [14; 91; 119]. Окреслені складові слугують основою побудови вже іншої структури і змісту методики навчання ФТД.

Аналіз праць О. М. Коберника [114], В. Г. Кременя [34], В. В. Маткіна [60], О. Я. Савченко [86], М. І. Садового [88], С. І. Ткачука [114]; проведений аналіз концепцій компетентнісного підходу

(див. пп. 2.3) та статей «Наукових записок» Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, дисертацій останніх 10 років, психолого-педагогічної літератури [118] показав, що дослідники не прийшли до єдиного визначення сутності понять «компетенції», «компетентності», «компетентнісний підхід». Безумовно, звузити всі визначення та поняття до одного напевне буде невірним і нелогічним, але певні орієнтири мають бути, бо нерідко ці поняття використовуються занадто вільно, що приводить до різних спотворень і суперечностей. Не виключенням є системний та ресурсний підходи. Проте в більшості випадків пропонується спільна точка зору щодо необхідності впровадження нових інноваційних компонентів в освітні програми:

- розробка нових сучасних освітніх курсів і відповідної методики формування фахової компетентності на основі використання завдань інноваційного змісту, де ЗУН перетворюються у безпосередню виробничу силу ще під час навчання студентів;

- визначення базової структури навчальних планів та освітніх програм з ФТД, які зорієнтовані на зміну спеціалізації випускника через кожні 5–10 років і формування методики навчання;

- нормативні документи МОН України спрямовують на формування нової парадигми навчання дисциплін шляхом запровадження цифровізації, проектних методів навчання, які передбачають використання сучасних знань та аналіз життєвих ситуацій;

- відповідно до парадигми цифровізації потребують розроблення відповідні освітні програми галузей знань згідно з новою методичною системою формування компетентного фахівця.

Аналіз опису предметної області, переліку компетентностей випускника рівня бакалавра, програмних результатів навчання діючого стандарту вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» галузі знань 01 «Освіта/Педагогіка» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти [107] показав, що в ньому відсутня стрижнева ідея цифровізації (навіть

не згадується). Не розроблений відповідний стандарт для другого рівня освіти (магістра). Виходячи з цього ми розробили Профіль концепції освітньої діяльності за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)» окремо для бакалаврського та магістерського рівнів [47; 118, с. 465–499] та опробували їх в педагогічному експерименті (додаток В). Вони орієнтовані на розвиток ключової ІЦК, де увага зосереджена не на сумі ЗУН, які орієнтовані на здобуття відповідної професії, а на технології формування способів діяльності студентів. Є фактом, що накопичення наукових знань уже в середині ХХ ст. в зв'язку з швидким їх старінням породило суперечність між змістом освіти і темпами систематичного й оперативного його оновлення в освітніх програмах ФТД. Тому першочерговим у розроблених документах є формування конкретних показників компетентностей – як цілі програм. Наступний крок полягає в окресленні способів формування змісту ФТД. Далі логічно здійснити наповнення інформацією визначеного змісту.

У такий спосіб вбачається інтеграція особистісно зорієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів (див. п. 2.2) для формування компетентності у суб'єктів навчання.

На нашу думку, структуру освітньої програми ФТД найбільш доцільно виразити у вигляді структурно-логічної схеми, орієнтованої на формування ключової ІЦК (рис. 2.20). Структурні компоненти освітньої програми націлені на реалізацію компетентнісного підходу в освітньому процесі.

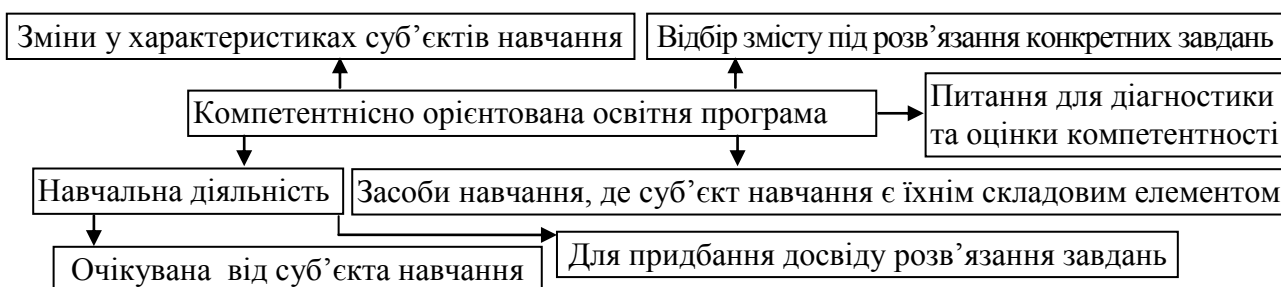


Рис. 2.20. Структурно-логічна схема освітньої програми компетентнісного навчання [119]

У стандарті професійної освіти бакалаврів, стандарті базової і повної загальної середньої освіти [29] та Стратегії сталого розвитку [81] зроблено акцент на формування особистості. У структурно-логічній схемі (рис. 2.21)

практичної реалізації формування особистості, 10 елементів дій якої забезпечують здатність студентів до набуття ІЦК в ході навчання, зокрема ФТД.

Цілі навчання в традиційній методиці навчання ФТД визначаються освітньою програмою. Викладач створює свою власну траєкторію дій у навчанні [14; 119]. В цьому випадку цілі навчання вбачаються у формуванні суми фундаментальних знань, де враховується триєдина мета: навчальна, розвивальна, виховна.



Рис. 2.21. Структура дій суб'єкта навчання з формування його здатності до набуття компетентності [119]

У розробленій нами освітній програмі вказуються ґрунтовні лінії з формування компетентностей, зокрема і критерії оцінки цінностей у навчанні ФТД, технологію безпосереднього перетворення ЗУН у продуктивну виробничу силу, методика самостійного оволодіння професією (рис. 2.22).

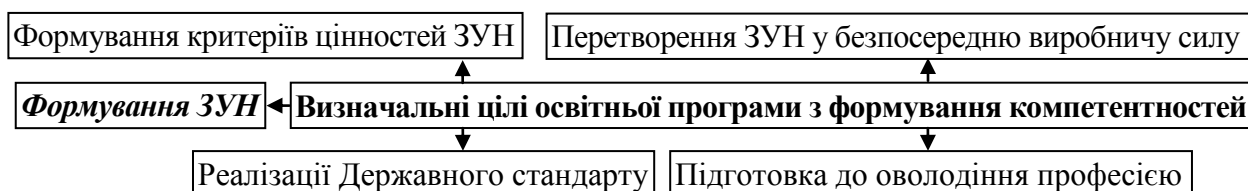


Рис. 2.22. Структура проектування визначальних цілей освітньої програми [119]

За вище визначених вимог змістова частина програми повинна охоплювати зміст навчального предмета, який ми пропонуємо реалізувати засобами інтеграції діяльнісного, особистісно зорієнтованого, системного, ресурсного та компетентнісного підходів (див. п. 2.2). Відповідно формується й методика організації досягнення виділених цілей (рис. 2.23).

Професійну діяльність фахівця можна зобразити у вигляді моделі, елементами якої є компетенції вказані у Національному класифікаторі спеціальностей України. Їх оцінка здійснюється в процесі навчальної

діяльності з оволодіння конкретним профілем.

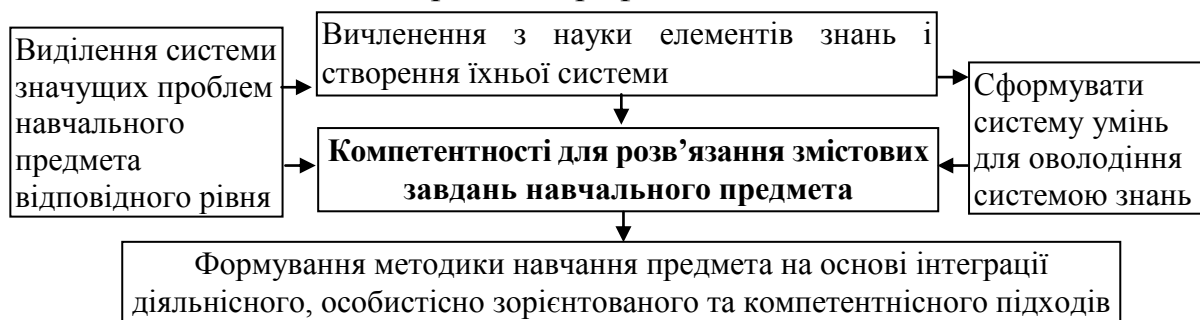


Рис. 2.23. Схема формування компетентності з розв'язання завдань змісту навчальної програми [119]

Поняття компетенції (див. п. 2.3) ми розглядаємо як штучно створене ціле певної сфери обов'язків. У цьому випадку важливу роль відіграє методологія (див. п. 1.5), яка полягає у тому, що дослідження певного об'єкта проводиться через вивчення його у взаємодії з іншим об'єктом, включаючи його властивості. Зазвичай цей об'єкт є еталоном. Так як об'єктів взаємодії множина, то є проблемою вибір еталону. В більшості випадків за еталон обирається певна абстрактна система уявлень із наперед заданими властивостями, де предметно-змістове наповнення складають компоненти цілісної системи. Вони можуть слугувати елементами цієї системи разом із зв'язками між ними. Система складається згідно визначених алгоритмів та умов її функціонування. В основу алгоритмів покладено елементну базу, а зв'язки відіграють формально-логічну роль. Компоненти системи складаються з конкретних змістових предметних показників. У ході дослідження уявна система накладається на досліджуваний об'єкт реальної системи. Накладання можна розглядати як взаємодію, де кожен компонент системи показників розглядається як цілісна система «об'єкт». Сам же об'єкт при накладанні образно просвічується ніби то через «системну призму». Таке накладання ми назвали методом системної призми. Процедура накладання названа змістовою декомпозицією знань.

Для системного аналізу змісту ФТД ми розробили метод створення структурно-логічних схем навчального матеріалу посібника чи іншого нормативно змістового документу, який слугує за «системну призму» [58] та інтегративну цілісність. Об'єктом є структурно-логічна схема знань студентів. Накладання об'єкта, на ребрах елементів якого позначені цифрові дані

коефіцієнтів засвоєння знань (зв'язках між елементами) та еталона дозволять судити про властивості, поведінку, потенціальні можливості розвитку об'єкта.

Компетенцію ми розглядаємо як деяку цілісність (див. п. 2.3). Це штучне уявлення. Розглядаючи його, як систему з характеристиками цілого [7; 9], виявляємо систему «компетенція» (рис. 2.24), а потім і профіль компетенції. Тоді система «компетенція» розглядається як правила побудови компетенції – структурно-логічної схеми навчального матеріалу посібника. Метод системної призми виступає як метод побудови змістової конструкції об'єкта. В цьому випадку роль компетенції буде відігравати об'єкт – структурно-логічна схема знань студентів, а еталонна системна призма буде складати компетенції.

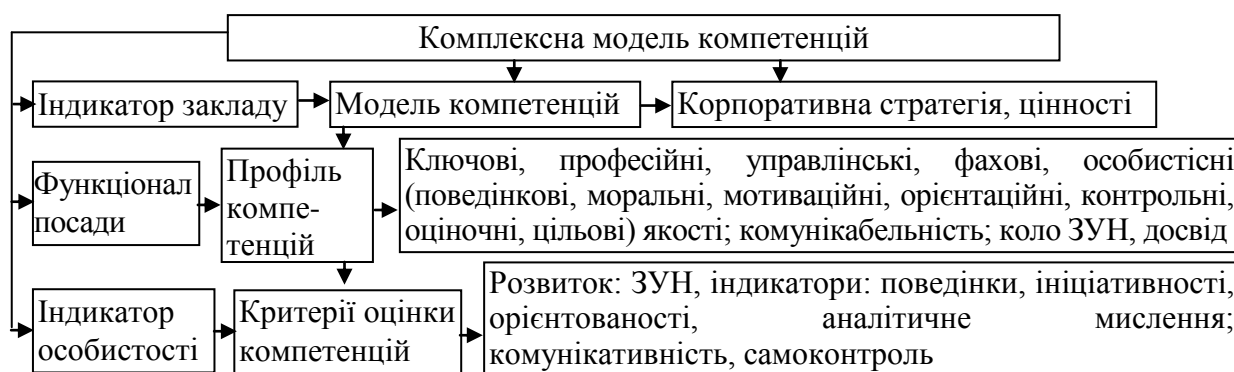


Рис. 2.24. Комплексна (інтегративна) тривірнева модель компетенцій

Компетенція виступає засобом пізнання і має риси методу пізнання чи технології пізнання. В свою чергу пізнання є діяльністю, яка має об'єкт і предмет дослідження (див. п. 1.1). Тому компетенція є системою пізнавальних інструментів, які дають можливість визначити об'єкт і предмет дослідження, способи пізнання конкретного поняття, явища, процесу, судження, теорії, тобто здійснити процес перетворення предмета (виявити всі логічні складові процесу пізнання) і отримати результат [58]. Методика пізнання полягає у тому, що необхідно вміти сформувати компетентного фахівця, здатного забезпечити функціонування компетенцій, будувати сенсорні, гностичні образи та предмет вивчення. Крім предметно-змістових знань та умінь слід мати механізм формування специфічних вмінь аналізу та синтезу.

Аналіз рис. 2.24 дає можливість окреслити зміст поняття «компетенції» (див. п. 2.3) та визначити їхні властивості. Європейська спільнота

сконцентрувала у міжнародній мережі DeSeCo [143] (див. п. 2.3) систему компетенцій, що є основою для розробки інноваційних педагогічних технологій із використанням компонентів і показників ключових компетенцій (рис. 2.25).



Рис. 2.25. Компоненти та показники ключової компетенції

У стандарті вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, галузь знань 01 – «Освіта/Педагогіка», спеціальність 015 – «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» затвердженого наказом МОН України від 21.11.2019 р. № 1460 [107] визначено об'єкт вивчення та діяльності; цілі навчання; теоретичний зміст предметної області; методи, методики та технології; інструменти й обладнання. Розроблені нами профілі концепції освітньої діяльності за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)» обох рівнів вищої освіти [47] спільно із вимогами затвердженого стандарту слугували нормативною базою, основою для формування та розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД. Для формування такої компетентності нами визначені *методичні засади навчання ФТД* у ЗВО [119]:

- створення глосарію – списку понять та їх визначення, єдиної термінології природничих наук, зокрема, фізики, технічних наук, цифровізації, робототехніки, мехатроніки;

- окреслення системи фундаментальних генеруючих ідей і принципів фізики та технічних наук, яким відповідає знанневий потенціал фахівця ЦТ;

- формування ціннісних екологічних і природних орієнтацій на збереження природи, гармонійну взаємодію людини і природи, ідеї сталого розвитку;

- формування змістових ліній, які слугують створенню системи показників ІЦК та забезпечення функціонування створеної на їх основі діючої системи;

- виділення кола вимог до ІЦ та ІК забезпечення діяльності об'єкта комп'ютерного 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, зокрема, в рамках реалізації індивідуальних і колективних науково-дослідних проектів).

Засади передбачають реалізацію змістових ліній забезпечення процесу навчання ФТД на основі розвитку у майбутніх фахівців ЦТ загальних, професійних компетентностей та ІЦК, як ключової (рис. 2.26). Це дає змогу представити їхній зміст у процесі підготовки майбутніх фахівців ЦТ як цілісну систему, забезпечення розвитку компетентностей, зокрема ІЦК, для становлення компетентного інженера-педагога у галузі ЦТ.

У ході дослідження з метою реалізації компетентного підходу в навчанні майбутніх фахівців ЦТ ми також визначили систему компонент освітньої галузі, до якої включено: інформаційно-комунікаційний, цифровий, суспільно-виробничий, процесуально-технологічний; природничо-науковий, фізичний, хімічний, біологічний, екологічний та інші *компоненти* [29] та їхнє структурне представлення у живій та неживій природі. Детальний аналіз інших компонентів здійснено в монографії [118, с. 175–177].

Впродовж останніх років країни Європи та світу ведуть дискусію, як дати людині належні ЗУН і компетентності для забезпечення її гармонійної

взаємодії з глобалізованим суспільством, що швидко розвивається. Аналіз освітніх систем свідчить, що одним зі шляхів оновлення змісту освіти й навчальних технологій, узгодження їх із сучасними потребами, інтеграції до світового освітнього простору є орієнтація на компетентнісний підхід.

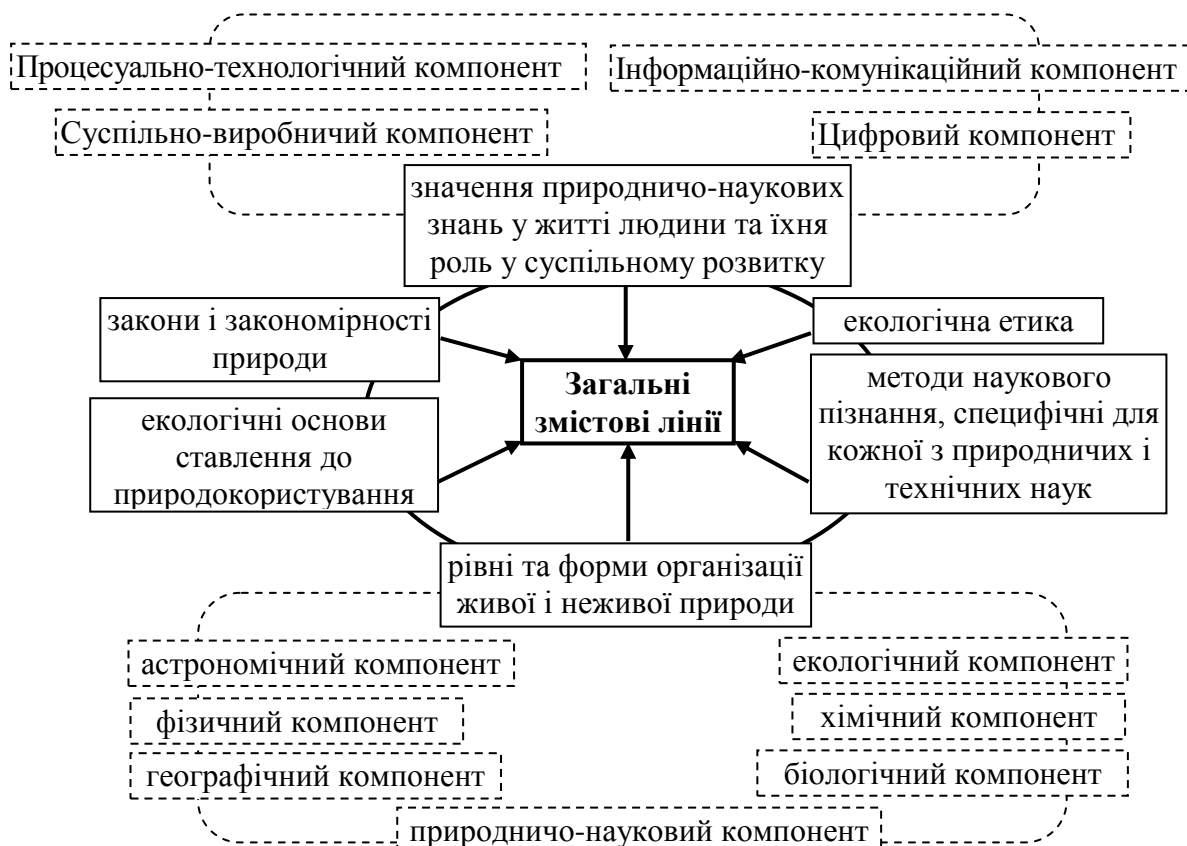


Рис. 2.26. Загальні змістові лінії навчання фізики і технічних дисциплін

У п. 2.3 показано, що у психолого-педагогічній і методичній літературі поняття «компетентнісний підхід» є актуальним. Таке пояснюється його максимальною прагматичністю та технологічністю, що потребує філософського обґрунтування компетентнісного підходу в освіті. До його компонентів віднесли мету навчання, загальнолюдські цінності, діалектичний матеріалізм, методи пізнання, біохевізм, прагматизм (рис. 2.27) (див. п. 1.5).

Розглядаючи основи компетентнісного підходу українські філософи В. П. Андрущенко та В. С. Лутай [2] та ін. До висновків вони віднесли: «обов'язковий для всіх порядок» має бути зведеним до того мінімуму, який може вільно прийматися різного виду світоглядів; суперечності, які виникають між представниками різних видів світогляду, повинні вирішуватись завдяки

їхній доброзичливій комунікативно-діалоговій взаємодії; головна мета цієї взаємодії полягає в пошуці кращого розв'язання проблеми поєднання обов'язкового для всіх порядку з його проявами в різних формах світогляду.



Рис. 2.27. Філософські основи компетентнісного підходу в освіті

В екзистенціальній педагогіці здійснюється філософський аналіз методів пізнання, самореалізації особистості, внутрішнього світу суб'єкта навчання, створення умов для усвідомлення нею єдності переживань, інтересів і дій у кожній конкретній ситуації життя. Представник такої точки зору Ф. Дольто особливого значення надавав «зануренню» суб'єкта навчання в буття світу, надання йому свободи, права бути зрозумілим і прийнятим іншими [30].

Таким чином, узагальнений аналіз методичної літератури та власного дослідження показав, що поняття «компетентнісний підхід» залишається проблемним [43, с. 218]. Це пояснюється: невизначеністю меж між традиційними й інноваційними підходами у навчанні; нез'ясованістю принципів психолого-педагогічних і методичних відмінностей у трактуванні компетентнісного, діяльнісного й особистісно зорієнтованого підходів до навчання. Більш розроблені в методиці навчання дисциплін є системний і розвивальний підходи; різним тлумаченням ключових компетенцій, що призводить до труднощів у використанні до навчання конкретних дисциплін; не повною визначеністю зміст понять «компетенція» та «компетентність», неоднозначність їхньої структури.

Вивчення психолого-педагогічної та спеціальної літератури [23; 32; 34; 35; 43; 86; 133] привело до висновку, що необхідною і достатньою умовою запровадження компетентнісного підходу в методиці навчання ФТД є:

- визначення переліку компетенцій з кожного навчального предмета;
- уточнення переліку й змісту ключових компетентностей;

- системне відбиття в стандарті спеціальностей ключової компетентності;
- визначення та запровадження компетентності у базовому навчальному плані, навчальних програмах з окремих предметів.

Більшість дослідників вважають, що запровадження компетентнісного підходу проявляється у посиленні *здатності*: теоретично та емпірично пояснювати, описувати та здійснювати передбачення в освітній діяльності; забезпечувати оціночну здатність якості освіти; створювати науково-обґрунтовані засади розробки технологій, методик, методів, досягнень тощо.

Академік В. І. Луговий встановив закон зв'язку складності та самостійності в освіті [54]. Він виконується для суб'єктів як в індивідуальному, так і модальному аспектах, як характеристики способу дії або відношення до дії. В цьому зв'язку компетентнісний підхід утверджує зміщення наголосу в освітній парадигмі від процесної (цілісної діяльності в освіті як мережі взаємодіючих процесів, що протікають у середині організаційної структури освіти) до результативної (отриманої на завершальній стадії) складової, від загальної до особистісної орієнтації, до концентрації навчальної діяльності навколо результатів навчання. На цій парадигмі будувався освітній процес з ФТД до реформ. Для ринку праці минулої епохи це було виправдано, але висока конкуренція висуває нові вимоги до фахівця – результат високої якості, виражений у термінах компетентностей. Під цей результат організуються та узгоджуються всі компоненти освітнього процесу нинішнього часу.

Новітні освітні рухи, пов'язані з компетентнісним підходом на думку В. І. Лугового є особистісно зорієнтованою результатною парадигмою [54]. Компетентнісний підхід має ресурсний, смисловий, змістовий характер. Вони розглядаються як простір взаємодії суб'єкт-суб'єкт і суб'єкт-об'єкт-суб'єкт.

Методичну суперечність, яка виникає у процесі аналізу поняття «компетентнісний підхід» у застосуванні до вивчення конкретної теми навчального предмета В. І. Луговий розглядає як [54] одну з негативних сторін нової парадигми. Методологія теорії пізнання визначає освіту відкритою, а це говорить, що освіта не може бути наперед заданою, коли постійно здійснюються наперед непрогнозовані зміни, вдосконалення. Тому

наперед передбачити нові компетентності не реально. Нова парадигма вимагає, щоб компетентності, які можливо виникнуть у майбутньому, були сформовані достатньо. Такий підхід дозволяє зробити висновок, що результати навчальної діяльності, які прийняті Урядом України у вигляді Державних стандартів, були мінімально необхідними, динамічними, гнучкими, відкритими. Крім цього у стандарті виділено три підходи у навчанні та вихованні суб'єктів навчання, які не вирішують вказаних обмежень.

Ми вважаємо, що розв'язати проблему можна застосувавши системний підхід і структурно-логічний аналіз до визначення компетентностей. Тоді можна буде подолати необгрунтований прагматизм, який домінує в освіті.

У трактуванні поняття «компетентність» і в Європі не подолано суперечності [44]. Так, європейські метарамки: Рамка кваліфікацій Європейського простору вищої освіти (РК ЄПВО) та Європейська рамка кваліфікацій для навчання впродовж життя (ЄРК НВЖ), які сповідують емпірично-практичну ідеологію також по-різному трактують поняття компетентності. Перша з них визначає компетентність як динамічні комбінації знань, розуміння, умінь, цінностей, здатностей, інших особистих якостей – інтегральна характеристика, яка складається зі знань й інших компонентів.

ЄРК НВЖ зазначає, що існують знання, вміння та компетентності (здатність людини діяти автономно і відповідально). Має місце протиставлення вмінь, навичок і компетентності. Останні певною мірою ототожнюються з компетенціями. Ми більше схильні до першої точки зору.

Отже, впровадження в освітній процес компетентнісного підходу в навчанні ФТД при підготовці майбутніх фахівців ЦТ потребує вироблення критеріїв визначення рівня компетентності особистості. Однаково компетентними в тій чи іншій галузі фахівці не можуть бути. Тому постала проблема визначення науково обгрунтованих показників визначення рівня сформованості компетентності учня, студента, випускника ЗВО, профтехучилища, фахівця виробництва. Така проблема буде існувати до того часу, поки не будуть розроблені рівневі рамки компетенції для кожного виду діяльності і для кожної вікової групи суб'єктів навчання. Необхідно на вищому освітньому

рівні визнати рівневі рамки компетенції через державний стандарт, освітні програми ЗВО, посадові інструкції фахівців тощо. Рівень компетентності можна визначити у порівнянні з еталоном компетенцій, які нині не розроблені.

Ми частково дослідили стан впровадження компетентнісного підходу на рівнях компетенції визначеної стандартом базової і повної загальної середньої освіти. В ході дослідження з їх використання ми встановили:

- суперечливий зв'язок досягнень ключових і предметних компетентностей;
- слабе впровадження ключових і предметних компетенцій у зміст і методику навчання ФТД;
- невизначеність у оцінці результативності навчальних досягнень в оволодінні ключовими і предметними компетентностями.

Визначальним інструментом у приведеній структурі (рис. 2.21) є ключова компетентність – уміння вчитись. Якщо вона не сформована, то результативність навчання буде низькою. Забезпечити таке формування можна засобами системного підходу, основним елементом якого ми визначили структурно-логічний аналіз. Перспективи розвитку суспільства, а відповідно і розвитку компетентності фахівців ЦТ можна спрогнозувати технологією ІЦК (рис. 4.2).

Впродовж останнього десятиліття країни Європи та світу ведуть ґрунтовну дискусію, як дати людині належні знання, вміння та компетентності для забезпечення її гармонійної взаємодії з глобальним суспільством, що швидко розвивається. Аналіз проведених нами освітніх систем свідчить, що одним зі шляхів оновлення змісту освіти й навчальних технологій, узгодження їх із сучасними потребами, інтеграції до світового освітнього простору є орієнтація на компетентнісний підхід. Як показують проведені нами дослідження [95; 97; 119] за цих умов та стрімкого розвитку інформаційного суспільства ІЦК із ряду фахових, зокрема, для студентів спеціальності: «Професійна освіта (Цифрові технології)» переходить до ключових компетентностей, і її розвиток повинен відбуватися під час навчання всіх без виключення навчальних предметів. У зв'язку з цим є необхідність сформулювати методичні засади навчання ФТД у ЗВО майбутніх фахівців ЦТ на основі компетентнісного підходу в умовах цифровізації.

Висновки до розділу 2

1. У ході дослідження *доведено*, що умови сталого розвитку передбачають керований розвиток особистості, фахівця, зокрема ЦТ. Методологічною основою аналізу розвитку ІЦК є системний підхід і сучасні ІТ. *Запропоновано* різні варіанти моделювання напрямів ймовірного розвитку ІЦК і прогнозування результатів розвитку.

Досліджено, що формальна і неформальна освіта в Україні є важливими чинниками змін педагогічних підходів до організації навчання з тим, щоб студенти навчилися оцінювати здобутки і можливості їхнього ефективного використання. *Встановлено*, що основою цієї керованості є методологічний підхід до визначення спрямованості, системний підходу до визначення інноваційних технологій, які дозволяють моделювати різні варіанти напрямів розвитку, з високою точністю прогнозувати їхні результати та вибрати найефективніші шляхи реалізації. *Доведено*, що освіта має вирішальне значення для забезпечення як поінформованості з питань ЦТ, екології й етики, так і формування цінностей, вироблення навичок і заохочення поведінки, що забезпечує активну участь суб'єктів навчання у процесі прийняття рішень.

2. *З'ясовано*, що криза сучасної педагогічної системи освіти розгортається на тлі наступних загальносвітових тенденцій:

– освіта все більше набуває масового інформаційного статусу, вища освіта стає загальнодоступною, зникає чинник, що її отримують лише суб'єкти навчання з кращими показниками освітньої діяльності; особливо гостро ця проблема проявляється в умовах комерціалізації освіти;

– зміна підходів до інформаційного компонента освіти (інформація в умовах цифровізації та широкого впровадження ХТ стає доступнішою більшому колу споживачів) веде до зміни підходів у розумінні авторських прав на розроблені навчально-методичні матеріали конкретного викладача ЗВО;

– стрімкі темпи оновлення технологій, зокрема ІЦ, вимагають від викладачів постійного перегляду методів, форм і засобів надання студентові навчальної інформації.

3. Зроблено висновок, що будь-яка мета складається з цілей: часово-спрямованих, вимірних, реалістичних. Вона може бути колективною або індивідуальною. Колективна мета складається з інтеграції індивідуальних цілей. На персональному рівні постановка мети має визначити напрям своїх дій, шляхи її досягнення. Встановлено формулу 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, V – воля (відповідальність), T – тямучість); M_0 – мотивація (прагнення до дій); $W = v_0 t$ – цінність (суб'єктивна) досягнення успіху, де v_0 – сила прагнення, t – тривалість старань; $R = \frac{(J - K)t^2}{2}$ – рівень розвитку (J – якісні зміни, K – кількісні зміни). Визначено, що успіх залежить від рівня мотивації та тямущості. До тямущості віднесено ряд складових: старанність, зусилля, продуктивність праці, планування роботи, емоційну зрілість, несуперечність, узгодженість, взаємопов'язаність. Мотивація до розвитку ІЦК студентів ЦТ визначається ступенем переконання, що людина має систему здібностей для досягнення мети.

4. Встановлено, що введення великої кількості взаємодоповнюючих педагогічних підходів приводить до нівелювання їх сутності, тому окреслена проблема обґрунтування розуміння поняття підходу. У визначених Державним стандартом (для середніх закладів) підходах бракує методологічного обґрунтування процесу навчання та виявлення потенціальних ресурсів. Тому запропоновано до наявних додати системний і ресурсний підходи як базові й об'єднати всі підходи з єдиною назвою *інтегративний підхід* до навчання як систему, де наявні підсистеми. На визначеній основі *сформовано* особливості педагогічних підходів до навчання ФТД.

5. Ми пропонуємо під компетентністю розуміти здатність суб'єкта навчання володіти наділеними державними та громадськими структурами компетенціями: ціннісними, змістовими, загальнокультурними, особистісного самовдосконалення. Компетенція є нормативною, ідеальною метою освітнього процесу, що моделює якості випускника, а компетентність – його результатом,

рівнем прояву (сформованості). Поняття «компетенція» пов'язане зі змістом сфери комп'ютерно-орієнтованої діяльності, а «компетентність» – з особистістю, із здатністю особи ефективно використовувати ЦТ у стандартних і нестандартних ситуаціях. *Вважаємо* найзагальнішим наступне визначення поняття «компетентність» (лат. – коло питань, з якими людина добре обізнана, володіє знаннями і досвідом) – це інтегрований результат опанування змістом освіти, який виражається у готовності суб'єктів навчання використовувати засвоєні ЗУН, а також способи діяльності у конкретних життєвих ситуаціях для розв'язання практичних і теоретичних завдань. Компетенція *розглядається* нами як інтегровані вимоги до взаємодії компонентів: мотиваційного, цільового, орієнтаційного, функціонального, контрольного, оціночного. У кожній предметній діяльності є велика кількість компетенцій. Тому закономірною є проблема виділення невеликої кількості ключових компетенцій. Ми сформуваємо структурно-логічну схему компетенції щодо формування умінь вчитися впродовж усього життя, до якої включили три рівні: індикатор закладу, функціонал посади, індикатор особистості.

6. *Зроблено висновок*, що за компетентнісного підходу майбутній фахівець ЦТ має переосмислити свою професійну діяльність кожні 5 – 10 років і працювати не з навчальним предметом, а з суб'єктом навчання, щоб навчити його навчальному предметові в напрямі до самостійності, самопізнання, самоаналізу та самооцінки. Студенти мають навчитися знаходити опору в самому собі. Кінцевим результатом діяльності має бути система ЗУН не сама собою, а особистість повинна набути системи ключових ІЦК в інтелектуальній, цивільно-правовій, комунікаційній, інформаційній та інших сферах.

7. У методиці навчання ФТД ми розглянули метод створення структурно-логічних схем (графів) навчального матеріалу посібника чи іншого нормативно-змістового документу, який слугує за системну призму й інтегративну цілісність. Об'єктом буде структурно-логічна схема знань суб'єктів навчання. Тоді накладання об'єкта, на ребрах елементів якого позначені цифрові дані

коефіцієнтів засвоєння знань (зв'язках між елементами) та еталона дозволять судити про властивості, поведінку, потенціальні можливості розвитку об'єкта пізнання.

8. У ході дослідження *встановлено* особливості та недоліки компетентнісного підходу: головним недоліком є абсолютизація технологічних і раціональних показників розвитку ІЦК особистості. Реальністю є те, що намагаючись поліпшити результати освітнього процесу педагогічні працівники абсолютизують раціональну сферу сутності людського буття, що є основою класичної парадигми освіти і відповідно поступово відкривається шлях до технократизму та раціоналізму. Тобто є певне ігнорування духовної складової розвитку особистості:

- обмеженість методів виявлення творчої та дослідницької складових результатів навчання суб'єктів пізнавального процесу. Лише частина критеріїв розвитку особистості забезпечують раціональне і технологічне оцінювання результатів навчання;

- підхід у практиці діяльності закладів освіти в Україні не розглядається в якості конкретних цільових установок, коли розробляються державні стандарти та освітні програми ЗВО;

- у сучасних концепціях розвитку освіти в Україні часів незалежності основна увага зосереджена на навчальних досягненнях кожної особистості, але існуюча матеріальна база навчальних предметів, комплекти для досліджень орієнтовані на обмеженість залучити до навчально-дослідної діяльності весь контингент академічної групи;

- методичне забезпечення ФТД передбачене базовими навчальними планами не адресоване викладачу, а тому не складає методичну систему;

- у сучасних методичних дослідженнях домінує роль інноваційних знахідок, перебільшена роль впливу ІКТ, значно недооцінюється роль базових дидактичних питань: як формувати у суб'єктів навчання знання, уміння; як досягати їх глибини, міцності та гнучкості; як узагальнювати і систематизувати знання; яке повинно бути навчальне навантаження;

- предметні та ключові компетентності мають уніфіковану структуру, проте зміст кожного навчального предмета має свою специфіку, тому не визначена позиція викладача щодо контролю та оцінювання компетентностей в залежності від умов навчання суб'єктів навчання.

Основні наукові положення розділу викладено в опублікованих працях [61; 90–97; 117–128].

Список використаних джерел до розділу 2

1. Алексюк А.М. Педагогіка вищої освіти України. Історія. Теорія: підручн. для ВНЗ. Київ: Либідь, 1998. 560 с.
2. Андрущенко В.П., Лутай В.С. Філософія освіти. *Енциклопедія освіти*; гол. ред. В.Г. Кремень. Київ: Юрінком Інтер, 2008. С. 960–962.
3. Бартош О.П. Деякі аспекти професійної підготовки майбутніх соціальних працівників на засадах праксеологічного підходу у вищих навчальних закладах України. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2014. Вип. 34. С. 14–21.
4. Бендес Ю.П., Сергієнко В.П., Сиротюк В.Д. Теоретико-методичні засади навчання фізики майбутніх фахівців ІТ галузі з використанням інноваційних технологій: монографія. Київ: Грінь Д.С., 2017. 413 с.
5. Бех І.Д. Особистісно-орієнтований підхід: науково-практичні засади. *Виховання особистості*: посібн.: у 2 кн. Київ: Лебідь, 2003. Кн. 2. С. 4–19.
6. Биков В.Ю. Навчальне середовище сучасних педагогічних систем. URL: http://virtkafedra.ucoz.ua/el_gurnal/pages/vyp1/Bykov.pdf (дата звернення: 12.09.2015).
7. Бібік Н.М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи* : монографія; під заг. ред. О.В. Овчарук. Київ : К.І.С., 2004. 112 с.
8. Білорус О.Г., Мацейко Ю.М. Глобальна перспектива і сталий розвиток: (Системні маркетинг. досл.). Київ: МАУП, 2005. 492 с.

9. Блауберг И., Садовский В., Юдин Э. Системные исследования и общая теория систем. *Системные исследования. Методологические проблемы*. 1969. С. 15–16.

10. Боднарчук Т.В. Особливості розвитку білінгвальної освіти у сучасній українській школі. *Педагогіка. Розділ 1*. Київ, 2010. Вип. 14. С. 37–42.

11. Бодненко Т.В. Теоретико-методичні засади навчання дисциплін з автоматизації виробництва майбутніх фахівців комп'ютерних систем: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02; 13.00.04 / Нац. пед. ун-т імені М.П. Драгоманова. Київ, 2017. 453 с.

12. Болонський процес. Документи і матеріали / за ред. д.е.н., проф. С.І. Юрія. Тернопіль: Економічна думка, 2006. 136 с.

13. Бондаренко Т.С. Формування готовності до розробки та використання комп'ютерних навчальних систем у майбутніх інженерів-педагогів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2012. 20 с.

14. Бушок Г.Ф., Венгер Е.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе. Київ: Освіта України, 2009. 415 с.

15. Вербицкий А.А., Ильязова М.Д. Инварианты профессионализма: проблемы формирования: монография. Москва: Логос, 2011. 288 с.

16. Вернадский В.В. Биосфера и ноосфера. Москва: Наука, 1989. 258 с.

17. Вознюк О.В., Дубасенюк О.А. Цільові орієнтири розвитку особистості у системі освіти: інтегративний підхід: монографія. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. 684 с.

18. Волков А.А., Ливанов Д.В., Фурсенко А.А. Высшее образование: повестка 2008–2016. *Эксперт*. 3 сент. 2007. № 32 (573). URL: www.expert.ru (дата звернення: 01.09.2018).

19. Вступне слово до Проекту ТЬЮНІНГ – Гармонізація освітніх структур у Європі (Внесок університетів у Болонський процес). URL: http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_Brochure_Ukrainian_version.pdf (дата звернення: 11.02.2019).

20. Выготский Л.С. Психология развития человека. Москва: Изд-во Смысл; Эксмо, 2005. 1136 с.

21. Гельфман Э.Г., Холодная М.А. Психодидактика школьного учебника: учебное пособие для ВУЗов. Изд. 2 испр. и доп. Москва: Изд-во Юрайт, 2018. С. 62.
22. Гладкова В.М., Пожарський С.Д. Основи акмеології : підручник. Львів: Новий Світ-2000, 2011. 320 с.
23. Голуб Г.Б., Коган Е.Я., Фишман И.С. Оценка уровня сформированности ключевых профессиональных компетентностей выпускников УНПО: подходы и процедуры. *Вопросы образования*. 2007. № 2. С. 20–42.
24. Гончаренко С.У. Формування нелінійного (синергетичного) мислення учнів. *Професійно-технічна освіта*. 2012. № 2. С. 3–7.
25. Государственный общеобязательный стандарт высшего образования Республики Казахстан ; Образование: высшее профессиональное Бакалавриат; Специальность 5B012000 – Профессиональное обучение ; ГОСО РК 3.08.270-2006; Издание официальное / МОН Респ. Казахстан. Астана, 2006. 46 с.
26. Гранчак Т. Ефективність використання інформації у забезпеченні впровадження моделі сталого розвитку. *Наукові праці Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського*. 2009. Вип. 25. С. 87–93. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/prnbuimviv_2009_25_9 (дата звернення: 03.06.2019).
27. Гриньова В.М. Професійна компетентність учителя: суть, структура, умови формування: навч. посібн. Харків: Вид. Віровець А.П., 2011. 109 с.
28. Гулыга А.В. Философская антропология Вильгельма фон Гумбольдта. *Вопросы философии*. 1985. № 4. С. 14–20.
29. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 23 лист. 2011 р. № 1392. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п> (дата звернення: 01.02.2019).
30. Дольто Ф., Назьо Ж-Д. Ребенок зеркала / Пер. с французского. Москва: ПЕР СЭ, 2004. 96 с.
31. Дорогунцов С.І., Ральчук О.М. Управління техногенно-екологічною безпекою у парадигмі сталого розвитку: концепція системно-динамічного вирішення. Київ: Наукова думка, 2001. 172 с.

32. Дубасенюк О.А. Професійно-педагогічна освіта: сучасний вимір. *Акмедосягнення науковців Житомирської науково-педагогічної школи: монографія* / за ред. О.А. Дубасенюк. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. С. 5–67.

33. Душевная жизнь детей. Очерки по педагогической психологии / под ред. проф. А.Ф. Лазурского и проф. А.П. Нечаева. Москва: Книгоиздательство «Польза» В. Антик и К^о, 1910. 282 с.

34. Енциклопедія освіти / гол. ред. В.Г. Кремень. Київ: Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.

35. Заболотний В.Ф. Дидактичні засади застосування мультимедіа у формуванні методичної компетентності майбутніх учителів фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2010. 40 с.

36. Зимняя И.А. Ключевые компетентности – новая парадигма результата образования. *Высшее образование сегодня*. 2003. № 5. С. 34-42.

37. Зуев П.В. Праксеологический подход к решению проблемы повышения эффективности обучения. *Педагогическое образование и наука*. 2008. № 3. С. 7–15.

38. Исмухамбетова А.С. Формирование у учащихся энергетического подхода при описании физических явлений разной природы в школьном курсе физики: дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Федеральное гос. бюдж. образ. уч. высш. проф. образов «Астраханский гос. ун-т». Астрахань, 2013. 195 с.

39. Каньковський І.Є. Генезис концепцій інженерно-педагогічної освіти в країнах східної Європи. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2015. № 47. С. 6–15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2015_47_3 (дата обращения: 31.01.2019).

40. Каптерев П.Ф. Избранные педагогические сочинения / под ред. А.М. Арсеньева. Москва: Педагогика, 1982. С. 704.

41. Коваленко О.Е., Брюханова Н.О., Мельниченко О.О. Теоретичні засади професійної педагогічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів в контексті приєднання України до Болонського процесу: монографія. Харків: УПА, 2007. 162 с.

42. Ковальчук А.О. Із досвіду викладання білінгвальних дисциплін майбутнім магістрам у провінційному ВНЗ. *Викладання мов у вищих навчальних закладах освіти на сучасному етапі. Міжпредметні зв'язки. Наукові дослідження. Досвід. Пошуки.* 2010. Вип. 16. С. 108–114.

43. Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації: матеріали методол. семінару 3 квіт. 2014 р., м. Київ: у 2 ч. / редкол.: В.Г. Кремень, В.І. Луговий, О.І. Ляшенко та ін. Київ: Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2014. Ч. 1. 370 с.

44. Компетентнісний підхід до підготовки педагогів у зарубіжних країнах: теорія та практика : монографія / Н.М. Авшенюк, Л.М. Дяченко, Н.О. Постригач та ін. Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2014. 280 с.

45. Компетентностный подход: реф. бюлл. Рос. гос. гуманитар. ун-т. Управление двухуровневой системой подготовки и качества образования. URL: www.rc.edu.ru (дата звернення: 16.02.2019).

46. Кондрашихіна О.О. Формування здатності до фасилітаційних впливів у майбутніх практичних психологів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. псих. наук : 19.00.07. Київ, 2004. 20 с.

47. Концепції освітньої діяльності за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)»; ЦДПУ ім. В. Винниченка. URL: <https://owncloud.kspu.kr.ua/index.php/s/m2Yz10DV6gpid1h> (дата звернення: 01.12.2019).

48. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80/ed20180117#n23> (дата звернення: 27.01.2019).

49. Кузьмінський А.І., Омеляненко В.Л. Педагогіка: підручник. Вид. 3-тє випр. Київ: Знання-Прес, 2008. 447 с.

50. Кушнір В.А. Системний аналіз педагогічного процесу : методологічний аспект: монографія. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2001. 348 с.

51. Лебедев О.Е. Компетентностный подход в образовании. *Школьные технологии.* 2004. № 5. С. 3–10.

52. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. Москва: Мысль, 1965. 345 с.
53. Літвінова М.Б. Методична система адаптивного навчання фізики у закладах вищої технічної освіти: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Херсонський держ. ун-т. Херсон, 2018. 517 с.
54. Луговий В.І., Таланова Ж.В. Зв'язок складності та самостійності в освіті. *Вісник НАПН України. Педагогіка і психологія*. 2013. № 4. С. 50–58.
55. Лушин П.В. Экофасилитация в психотерапевтическом и образовательном контекстах: «буферная зона развития», коллективно генерируемый инсайт и неопределенность. *Журнал практикующего психолога*. 2008. № 14. С. 95–104.
56. Ляшенко О.І. Компетентність як об'єкт оцінювання навчальних досягнень учнів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2014. Вип. 20. С. 36–39.
57. Мадзігон В.М. Продуктивна педагогіка: монографія. Київ: Вересень, 2004. 324 с.
58. Малафіїк І.В. Дидактика новітньої школи. Київ: Слово, 2015. 632 с.
59. Мандель Б.Р. Современная педагогическая психология. Полный курс: иллюстративное учебн. пособ. для студ. всех форм обучения. Москва-Берлин: Директ-Медиа, 2015. 828 с.
60. Маткин В.В. Теория и практика развития интереса к профессионально-творческой деятельности у будущих учителей: ценностно-синергетический подход: дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. / Челябинский гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2002. 255 с.
61. Методика навчання фізико-технічних дисциплін на засадах білінгвального підходу / Садовий М.І., Суховірська Л.П., **Трифорова О.М.**, Вергун І.В. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2018. Вип. 81. С. 77–84.
62. Методичні рекомендації для розроблення профілів ступеневих програм, включаючи програмні компетентності та програмні результати навчання/ пер. з англ. Нац. експерта з реформ. вищої освіти Програми Еразмус+, проф. Ю.М. Рашкевича. Київ: Поліграф плюс, 2016. 80 с.

63. Мислицька Н.А. Навчання фізики на засадах пропедевтичного підходу у формуванні методичної компетентності майбутнього вчителя фізики: дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2018. 448 с.

64. Національна рамка кваліфікацій: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF> (дата звернення: 07.01.2019).

65. Національний освітній глосарій: вища освіта / авт.-укл.: І.І. Бабин, Я.Я. Болюбаш, А.А. Гармаш й ін.; за ред. Д.В. Табачника і В.Г. Кременя. Київ: ТОВ «Видавничий дім Плянди», 2011. 100 с.

66. Ніколаєнко С.М. Теоретико-методологічні основи управління інноваційним розвитком системи освіти України : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.06 / ДВНЗ «Ун-т менеджменту освіти» АПНУ. Київ, 2009. 419 с.

67. Нормативно-правові акти з реформування вищої освіти. URL: <https://imzo.gov.ua/osvita/vyscha-osvita/normatyvna-baza/normatyvno-pravovi-akty-z-reformuvannya-vyschoji-osvity/> (дата звернення: 07.01.2019).

68. Об утверждении и введении в действие Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 051000 Профессиональное обучение (по отраслям) (квалификация (степень) «Бакалавр») : приказ МОН РФ от 22 декаб. 2009. № 781. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgos/5/20111115122035.pdf>. (дата звернення: 07.01.2019).

69. Обсяги державного замовлення 2019. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/u-mon-nazvali-specialnosti-za-yakimi-2019-go-zroslo-kilkist-misc-derzhzamovlennya-dlya-bakalavriv> (дата звернення: 19.07.2019).

70. Овчарук О.В., Сороко Н.В. Використання інструментів оцінювання інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів у країнах Європи. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 2, т. 52. С. 133–143.

71. Оконь В. Введение в общую дидактику. Москва: Высш. шк., 1990. 381 с.

72. Онопченко С.В. Розвиток інженерно-педагогічної освіти в Україні

(друга половина ХХ століття): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. н.: 13.00.01. Луганськ, 2011. 22 с.

73. Осадчий І.Г. Спрямований розвиток освітніх систем : теорія, технологія, практика : монографія. Київ: Інформавтодор, 2013. 436 с.

74. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии: учебник для студ. высш. и сред. пед. учеб. зав. Изд. 4-е испр. / С.А. Смирнов, И.Б. Котова, Е.Н. Шиянов и др.; под ред. С.А. Смирнова. Москва: Академия, 2001. 512 с.

75. Педагогический энциклопедический словарь/ гл. ред. Б.М. Бим-Бад. Москва: Большая рос. энцикл., 2003. 528 с.

76. Педагогічна майстерність: хрестоматія: навч. посіб. / упоряд. І.А. Зязюн, Н.Г. Базилевич, Т.Г. Дмитренко та ін.; за ред. І.А. Зязюна. Київ: Вища школа, 2006. 606 с.

77. Пилипец Л.В., Клименко Е.В., Буслова Н.С. Проблемное обучение: от Сократа до формирования компетенций. *Фундаментальные исследования*. 2014. № 5. С. 860–864.

78. Подопрігора Н.В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04; 13.00.02. / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2016. 589 с.

79. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Б.М. Данилишин, С.І. Дорогунцов, В.С. Міщенко, В.Я. Коваль, О.С. Новоторов, М.М. Паламарчук. Київ: РВПС України, 1999. 716 с.

80. Про вищу освіту: Закон України від 01 липн. 2014 р. № 1556-VII. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>. (дата звернення 07.01.2019).

81. Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020»: Указ Президента України 12 січ. 2015 р. № 5/2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015> (дата звернення: 24.02.2019).

82. Профессиональная педагогика. Изд. 3-е перераб.; под ред. акад. РАО С.Я. Батышева и А.М. Новикова. Москва: Из-во ЭГВЕС, 2010. 456 с.

83. Ріжняк Р.Я. Становлення і розвиток інформатики та її впровадження у вищій школі України (друга половина ХХ – початок ХХІ століття): дис. ... д-

ра іст. наук: 07.00.07 / ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький держ. пед. ун-т імені Григорія Сковороди». Переяслав-Хмельницький, 2015. 453 с.

84. Романовська Л.І. Праксеологічний підхід до підготовки майбутніх працівників соціальної сфери. *Науковий вісник ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2016. Вип. 2 (39). С. 214–216.

85. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии. Изд. 2-е; отв. ред. Е.В. Шорохова. Москва: Педагогика, 1976. 416 с.

86. Савченко О.Я. Ключові компетентності – інноваційний результат шкільної освіти. *Рідна школа*. 2011. № 8–9 (серпень – вересень). С. 4–11.

87. Садовий М.І. Акмеологія і шкільна освіта. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2013. Вип. 121, Ч. I. С. 3–7.

88. Садовий М.І. Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників засобами сучасних експериментальних комплектів з фізики. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології (СумДПУ імені А.С. Макаренка)*. Суми, 2015. № 7 (51). С. 268–279.

89. Садовий М.І. Теоретичні і методичні основи становлення і розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2001. 517 с.

90. Садовий М.І., Бобик І.В., **Трифенова О.М.** Моделювання як засіб реалізації акмеологічного підходу. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики*. Кривий Ріг, 2015. Т. XIII, Вип. 2 (36). С. 108–118.

91. Садовий М.І., Вовкотруб В.П., **Трифенова О.М.** Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навч. посібн. для ВНЗ. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 252 с.

92. Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навч. посібн. ВНЗ. Вид. 2-ге. переробл. та доп. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 436 с.

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

94. Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Розвиток технологічної та природничої освіти в умовах сталого розвитку. *Наукові записки. Серія педагогічні науки (Нац. пед. ун-т імені М.П. Драгоманова)*. Київ, 2016. Вип. СХХХІІ (132). С. 197–207.

95. Садовий М.І., **Трифенова 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.

96. Садовий М.І., **Трифенова 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.

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

98. Самойленко П.И., Семёнова С.В. Повышение эффективности учебного процесса по физике на основе праксеологического подхода. *Збірник наукових пр. Кам'янець-Подільського держ. ун-ту*. 2003. Вип. ІХ. С. 65–68.

99. Системные исследования. Методологические проблемы: ежегодник / ред. Гвишиани Д.М. Москва: Политиздат, 1988. С. 78–113.

100. Скрипченко О.В., Падалка О.С., Скрипченко Л.О. Психолого-педагогічні основи навчання: навч. посібн. Київ: Укр. центр дух. к-ри, 2005. 712 с.

101. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности : учеб. пособие для слушателей ф-тов и ин-тов повышения кв. преп. вузов и асп. Москва: Аспект Пресс, 1995. 271 с.

102. Смолінчук Л.С. Компетентісний підхід до оцінювання освітніх результатів. *Проблеми сучасної педагогічної освіти. Педагогіка і психологія*. 2012. Вип. 37(1). С. 258–261. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pspo_2012_37%281%29__48 (дата звернення: 01.09.2018).

103. Социально-гуманитарное образование: ориентации, практики, ресурсы совершенствования. Константиновский Д.Л., Вознесенская Е.Д., Дымарская О.Я., Чередниченко Г.А. Москва: ЦСП, 2006. 264 с.

104. Спенсер Л., Спенсер С. Компетенции на работе. Москва: Нипро, 2010. 384 с.

105. Стандарт вищої освіти України. Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський). Ступінь вищої освіти: бакалавр. Галузь знань: 01 «Освіта», спеціальність: 015 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)»: проект. Київ: МОНУ, 2017. 23 с.

106. Стандарт вищої освіти України: другий (магістерський) рівень, галузь знань – 01 Освіта / Педагогіка, спеціальність – 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями): проект. Київ: МОНУ, 2018. 24 с.

107. Стандарт вищої освіти: рівень вищої освіти «Перший (бакалаврський) рівень», ступінь вищої освіти «Бакалавр», галузь знань «01 Освіта/Педагогіка», спеціальність «015 Професійна освіта (за спеціалізаціями)». Київ: Офіц.вид. МОНУ, 2019. 18 с. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/11/22/2019-11-22-015-B.pdf> (дата звернення: 01.12.2019).

108. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG). Київ: ТОВ «ЦС», 2015. 32 с.

109. Сусь Б.А., Шатковська Г.І., Сусь Б.Б. Проблемний підхід як основа для створення творчої атмосфери у процесі навчання. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград, 2015. Вип. 7, ч. 3. С. 262–265.

110. Суховірська Л.П. Методика навчання фізики на основі ресурсного підходу [навч.-метод. посібник для загальноосвіт. навч. закладів]; за ред. Садового М.І. Кропивницький: ПП «ЦОП «Авангард», 2017. 102 с.

111. Сучасна ІТ освіта в Україні. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/suchasna-it-osvita-v-ukrayini> (дата звернення: 07.01.2019).

112. Тарасюк А.П., Кравцов М.К. Модульная система организации учебного процесса. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2013. № 38–39. С. 171–177.

113. Ткачук В.В. Проектування професійних ІКТ-компетентностей майбутніх інженерів-педагогів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 3, т. 53. С. 123–141.

114. Ткачук С.І., Коберник О.М. Основи теорії технологічної освіти : навч. посібн. Умань: Вид.-поліграф. центр «Візаві», 2014. 304 с.

115. ТОП-10 спеціальностей, на які виділено найбільше місць державного бюджету. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/top-10-specialnostej-na-yaki-vidileno-najbilshe-misc-derzhavnogo-byudzhetu>. (дата звернення: 07.01.2019).

116. Трегобчук В. Концепція сталого розвитку для України. *Вісник Національної академії наук України*. 2002. № 2. С. 31–40. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2002_2_7 (дата звернення: 24.02.2019).

117. 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.

118. 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.

119. 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: наук. журнал*. Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2019. Вип. 2 (20). С. 147–154.

120. Трифонова О.М. Навчання фізико-технологічних дисциплін майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький, 2018. Вип. 168. С. 262–267.

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

122. 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.

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

124. 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.

125. 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.

126. 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 (Сумський держ. пед. ун-т імені А.С.Макаренка)*. Суми, 2019, № 6 (90). С. 161–174.

127. 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 травня 2019 р. Тернопіль: ТНПУ, 2019. С. 231–234.

128. Трифонова О.М., Садовий М.І. Синергетичні особливості організації самостійної роботи студентів за інформаційно-комунікаційних технологій

навчання. *Зб. наук. пр. Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. Умань, 2014. Ч. 2. С. 369–375.

129. Фіцула М.М. Педагогіка: навч. посіб. для студ. вищ. пед. закл. осв. Київ: Академія, 2001. 528 с.

130. Формування здорового способу життя: навч. посібн. для слухачів курсів підвищ. кв. держслужбовців / О. Яременко, О. Вакуленко, Л. Жаліло, Н. Комарова та ін. Київ: Укр. ін-т соціальних дослідж., 2000. 232 с.

131. Хуторской А.В. Современная дидактика. Санкт-Петербург : Питер, 2001. 544 с.

132. Шандрук С.В. Модернізація підготовки педагогічних кадрів: світовий досвід. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2017. Вип. 155. С. 16–20.

133. Шарко В.Д. Методологічні засади сучасного уроку: посібник для студентів, керівників шкіл, вчителів, працівників післядипломної освіти. Херсон: Вид-во ХНТУ, 2009. 120 с.

134. Ширин А.Г. Билингвальное образование в отечественной и зарубежной педагогике: дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 / Новгородский госуд. университет имени Ярослава Мудрого. В. Новгород, 2007. 341 с.

135. Щербина О.А. Нові засоби для оцінювання компетентностей в Moodle. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. Вип. 5, т. 55. С. 96–104. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2016_55_5_10 (дата звернення: 01.09.2018).

136. Юцявичене П.А. Основы модульного обучения. Вильнюс: Минвуз Лит. ССР, 1989. 272 с.

137. Ягупов В.В. Педагогіка: навч. посіб. Київ: Либідь, 2002. 560 с.

138. Якиманська И.С. Технология личностно-ориентированного обучения в современной школе. Москва: Сентябрь, 2000. 300 с.

139. Якимович Т.Д. Інтеграція теоретичного і виробничого навчання в процесі професійної підготовки фахівців (на матеріалі електронної промисловості): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2001. 21 с.

140. Ярошинська О. Середовищний підхід в професійній освіті: теоретичні засади та перспективи впровадження. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2011. № 4, ч. 1. С. 104–109.

141. Bowden John. Competency – Based Education – Neither a Panacea nor a Pariah. 2001. URL: www.crm.hct.ac.ae/events/archive/tend.018.bowden.html. (дата звернення: 15.04.2011).

142. Butlin, John (1989-04-01). Our common future. By World commission on environment and development. (London, Oxford University Press, 1987, pp.383 £5.95.). *Journal of International Development* (en) 1 (2). С. 284–287.

143. Delors J., Draxler A. From Unity of Purpose to Diversity of Expression and Needs: A Perspective from UNESCO. In D.S. Rychen & L.H. Salganik (Eds.), *Defining and Selecting Key Competencies*. 2001. P. 214–221. Göttingen, Germany: Hogrefe & Huber.

144. EU. Key Competencies. A Developing concept in general compulsory education. Brussels: Eurydice, 2002. 182 p.

145. Focus on Physical Science. London, 2002. 614 p.

146. Foundations of Physical Science. Cambridge Physics Outlet, 2002. 524 p.

147. Hager Paul. Is there a cogent philosophical argument against competency standards? /*Philosophy of Education^ Major Themes in the Analytic: Problems of Educational Content and Practices*. Florence, KY, USA: Routledge, 1998. Vol. 4. Ed. By Hirst H.Paul and White Patricia. P. 399–415.

148. Hutmacher Walo. Key competencies for Europe: Report of the Symposium Berne. 27-30 March, 1996, Switzerland. *Council for Cultural Cooperation (CdCC) a Secondary Education for Europe*. Strasburg, 1997. P. 11.

149. Key Data on Education in Europe 2009. European Commission. URL: http://eacea/ec.europa.eu/education/Eurydice/documents/key_data_series/105EN.pdf (дата звернення: 15.04.2011).

150. Loveless A. ICT, Pedagogy and the Curriculum: Subject to Change. London, UK: Routledge Falmer, 2001. P. 16–18.

151. Physical Science. Written by Charles R. Coble, Paul B. Hounshell, Dale R. Rice. London, 1984. 512 p.

152. Plany wzorcowe. *Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych [Site]*. URL: <http://www.elka.pw.edu.pl/pol/Studia/Kalendarz-ustalenia-plan-zajec/Planzajec/Plany-wzorcowe> (дата звернення: 07.09.2019).

153. Politechnika Warszawska. URL: <http://www.pw.edu.pl/> (дата звернення: 07.09.2019).

154. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. (2006/962/EC). *Official Journal of the European Union*, 30.12.2006. L 394/10-394/18 EN. C. 9.

155. Reference Points for the Design and Delivery of Degree Programmes in Physics. *Tuning Educational Structures in Europe [təʊt]*. URL: http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/Publications/PHYSICS_FOR_WEBSITE.pdf (дата звернення: 07.09.2019).

156. Shmatkov D. The use of causal maps as interdisciplinary didactic reduction method. *Advanced Education*. 2016. № 6. P. 16–21.

157. Technische Universität München. URL: <http://www.ei.tum.de/> (дата звернення: 07.09.2019).

158. The Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, Leuven and Louvain-la-Neuve, 28–29 April 2009. URL: http://www.enga.eu/files/Leuven_Louvain-la-Neuve_Communique_April_2009.pdf (дата звернення: 15.04.2011).

159. Turning Education Structures in Europe. URL: <http://turing.unideusto.org> (дата звернення: 15.04.2019).

160. UNESCO World Report: Towards Knowledge Societies. Paris: UNESCO, 2005. URL: <http://www.unesdoc.unesco.org/images/0014/001418/141843e.pdf> (дата звернення: 10.03.2019).

161. White R.W. Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*. 1959. № 66(5). P. 297–333. URL: <http://dx.doi.org/10.1037/h0040934> (дата звернення: 15.04.2011).

РОЗДІЛ 3

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТА ЗАСОБИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТРИЄДИНОГО ПІДХОДУ «ОСВІТА – НАУКА – ТЕХНОЛОГІЇ» У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

3.1. Розвиток дидактичної триєдиної системи підготовки фахівців професійної освіти

Освіта є найважливішим напрямом державної політики України [40]. Світове співтовариство визначає її обов'язковою умовою розвитку країни. Згідно Закону України «Про освіту» якісна освіта окреслює відповідність результатів навчання вимогам, встановленим законодавством, відповідним стандартом освіти. В цьому контексті це високий рівень ЗУН, розумового, фізичного й морального розвитку випускників ЗВО.

Необхідною умовою сталого розвитку суспільства (див. п. 2.1) є якісна освіта. Досягти цього можна через консолідацію всіх інституцій держави, гуманізацію відносин, вироблення нових життєвих орієнтирів особистості.

Вектор реформаторських процесів окреслюють Закони України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про наукову і науково-технічну діяльність»; Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки, розвитку педагогічної освіти, нової української школи, Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки, накази і розпорядження МОН України (див. пп. 1.1).

Аналіз розвитку науки і техніки на зламі ХХ–ХХІ ст. (див. розділ 1) визначив вектор НТП на користь цифровізації суспільства, а відповідно й розвиток ІЦК майбутніх фахівців техногенно-інформаційного суспільства в освітньому процесі. На нашу думку, постала необхідність переглянути методи та способи, технології підготовки інженерів-педагогів зі спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» на основі триєдиного підходу (потрійного критерію) (рис. 3.1) «освіта – наука –

технології», що орієнтовано на сталий розвиток (див. п. 2.1). Такий підхід має будуватися на новітній парадигмі триєдиних груп цілей, функцій (рис. 3.1): дидактичних цілях єдиної системи: освітня, розвивальна, виховна; локально-проміжковій сукупності оперативних і діагностичних дидактичних аспектів; «об’ємно-освітньому» розвитку суб’єкта навчання (Особистість, Громадянин і Фахівець). До їхньої структури входять компетентнісний, особистісно зорієнтований, діяльнісний підхід; навчання за «життєвою траєкторією» студента; автономність і відповідальність усіх учасників: громада – школа – вчитель – майбутні фахівці; залучення батьків до освітніх процесів; інтегративний підхід до здобуття освіти; можливість навчання в різновікових предметних або міжпредметних групах та ін. [107].



Рис. 3.1. Функції триєдиної парадигми [107]

Академік О. І. Ляшенко сучасну парадигму освіти визначає як орієнтовану на діяльнісний, компетентнісний та особистісно зорієнтований підходи [48].

О. А. Бондаренко [6] аналізує квалітологію, як триєдину науку: теорію якості; теорію оцінки якості; теорію управління якістю.

О. В. Вознюк, О. А. Дубосенюк розрізняють три напрями розвитку особистості: гармонійної як суб’єкта суспільно-особистісних цінностей; громадянина патріота; компетентного суб’єкта, який проводить свою діяльності в околі методологічних принципів виходячи з аналізу ціннісної, ідеологічної і діяльнісної сфер людини [14]. О. В. Хоменко використовує триєдиний підхід до аналізу (форма + значення + функція), вивчення взаємного зв’язку [114]. Триєдиний підхід до проблеми аналізу й інтерпретації в еволюційній епістемології розглядає С. В. Дрогунов [29]. В. С. Полікарпов застосував триєдиний підхід до аналізу поняття безпеки

через принципи філософії життєдіяльності людини та суспільства [63].

О. О. Долгопол через андрагогічний принцип навчання виокремлює критерії оцінювання з урахуванням триєдиного підходу в оцінюванні ЗУН слухачів-лікарів під час занять. Визначальними тут є самооцінка слухача, взаємооцінювання та спостереження викладача за роботою слухачів [27].

У всіх приведених дослідженнях акцент робиться на покращення якості навчання. В цьому зв'язку концептуальні засади модернізації професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів розглядають Н. О. Брюханова [36], Р. М. Горбатюк [20], С. О. Гура [23], Е. Ф. Зеєр [32], О. Е. Коваленко [36], І. Б. Луцик [20], О. О. Мельниченко [36], Н. Г. Ничкало [55], І. В. Осіпова [58], І. І. Павх [20], М. І. Садовий [69], М. О. Цирельчук [117], М. О. Черепанов [58] та ін. Зроблять наголос на підготовці фахівців ЦТ в системі студент – комп'ютер Є. В. Громов [124], Г. І. Сажко [124], Т. В. Ящун [124] та ін.

Аналіз науково-методичної літератури з теми дослідження та документів МОН України (див. розділ 1), узагальнення результатів власного досвіду [97; 99] роботи показали, що в умовах цифровізації ще не відбулося системного переосмислення концепції підготовки майбутніх фахівців ЦТ, тому назріло ряд системних *проблем* [100] у процесі їхньої підготовки:

– впродовж років маємо зниження рівня ЗУН випускників школи з фізики (<http://testportal.gov.ua/fiz/>). Тому в ЗВО поглибився розрив між рівнями засвоєння фізико-технічних знань і вимогами до фундаментальної підготовки майбутніх інженерів-педагогів, де ФТД посідають одне з чільних місць [70];

– між рівнем знань студентів із ФТД і об'єктивними потребами науки, техніки, виробництва й інших галузей людської діяльності поглибився розрив в умовах розвитку техногенно-інформаційного суспільства [86];

– невідповідність між вимогами суспільства до ступеня готовності майбутніх фахівців ЦТ використовувати в професійній діяльності знання з ФТД, та рівнем сформованості в них ІЦК [89; 115].

Нині помітними є специфічні проблеми властиві процесу підготовки інженерів-педагогів із напрямку ЦТ.

Н. О. Брюханова, О. Е. Коваленко, О. О. Мельниченко [36] підкреслюють,

що особливу роль ІПО в суспільно-економічній системі, яка полягає в сполученні «кадри кадрів». В системі ІПО готуються фахівці покликані формувати майбутнього робітника, відтворювати основну продуктивну силу суспільства. Від успішності їхньої професійної діяльності залежить майбутнє суспільного виробництва. У той же час, спеціалісти-робітники як наукова категорія є відправною віхою розвитку ІПО. Тому для ефективності розвитку системи важливо знати, що являє собою такий прошарок суспільства сьогодні, і що з ним буде завтра, якого робітника треба буде формувати випускникам ЗВО інженерно-педагогічного профілю в найближчі роки [107].

Ця проблема набуває особливого значення в умовах євроінтеграційних процесів в Україні та мобільності кадрів. Такий підхід викликаний потребою їхнього систематичного самовдосконалення, бо новітні технології невпинно розвиваються та вдосконалюються. Крім цього посилюються тенденції, коли значна частина кваліфікованих педагогічних працівників переходять на роботу в інші структури. Виникають вакансії викладачів закладів професійно-технічної освіти, зокрема у 2019 р. не вистачало 10 % викладачів, а майстрів виробничого навчання – 14 % [36]. Особливо гостра ця проблема у галузі ЦТ, адже більшість фахівців із вищою освітою зі спеціальності «Професійна освіти (Цифрові технології)» знаходять свою професійну реалізацію не у педагогічній, а бізнес сфері. Це закономірний процес для ринкової економіки, але він негативно впливає на тенденції забезпечення освітянської галузі ІТ-фахівцями з вищою педагогічною освітою.

Узагальнюючи приведені дослідження ми прийшли до висновку, що нині широко використовується ідея триєдиного підходу [96; 107] до аналізу суспільно значимих проблем, проте у галузі професійної підготовки фахівців ЦТ вона мало досліджена. Виходячи з цього ми сформуваємо триєдине освітнє середовище (рис. 3.2) ІЦК, де вказані галузі виходячи з вимог сталого розвитку (див. п. 2.1). Воно складається з трьох блоків: наука – освіта – технології – ергономіка; доступність – відкритість – якість; сталість – управління – навчання впродовж усього життя.

До завдань першого блоку віднесено формування предметної

компетентності студентів. Знання науки трансформуючись перетворюються у конкретні навчальні дисципліни, зокрема фізику і технічні дисципліни. Реалізацію ознак ергономічної якості систем забезпечує елемент ергономіка, до яких В. П. Вовкотруб [12] відносить їхню високу ефективність, безпеку, задоволеність людини змістом, характером і результатами своєї праці.

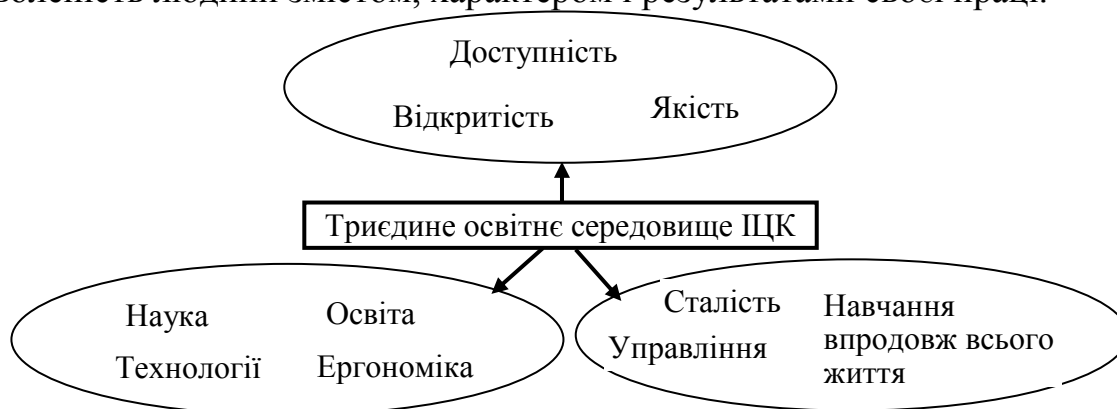


Рис. 3.2. Триєдине середовище ІЦК [107]

Різномічно розвинену особистість забезпечує другий блок: засобами доступності, відкритості освіти слід одержати не лише якісну освіту, а й забезпечити систему виховання особистості, педагогічні концепції виховання, визначені стандартом та освітніми програмами педагогічні підходи з урахуванням історичного досвіду, який бере початок із самоорганізації Аристотеля, де розглядалися методи і форми різномічного розвитку.

Важливим є третій блок, який в методиці навчання ФТД мало розроблений і передбачає організацію навчання впродовж життя відповідно до засад сталого розвитку суспільства.

Розвитку триєдиного виховного середовища особистості присвятили дослідження С. У. Гончаренко [19], В. О. Сухомлинський [91; 102], К. Д. Ушинський [112] та ін. Саме з цієї ідеї виокреслюється положення про суб'єкта навчання, як найвищу цінність освітнього процесу. Ця ідея є визначальною для формування *концепції різномічно-розвиненої особистості* [105].

Зокрема, В. О. Сухомлинський науково обґрунтував основні положення концепції різномічно-розвиненої особистості. Ми виділили [105] у працях В. О. Сухомлинського компоненти (рис. 3.3) для формування особистості. До них відноситься у вигляді показника фундаментальний принцип розвиваючого

виховання й навчання. «У кожної людини є задатки, обдарування, талант до певного виду або кількох видів (галузей) діяльності» [91, с. 88].

З точки зору сучасності стрімкий розвиток ІТ розширює можливості викладача виявити та розвивати здібності кожного з суб'єктів навчання, при цьому за базову основу розвитку ми визначаємо ІЦК, яка в умовах техногенно-інформаційного суспільства з розряду фахових переходить у ключові. Але, на нашу думку, вона потребує переосмислення відповідно до сучасних умов розвитку техногенно-інформаційного суспільства в Україні.



Рис. 3.3. Структура ідеї неповторності особистості у психолого-педагогічних компонентах В. О. Сухомлинського

Широкі можливості ІТ розкривають у напрямі індивідуалізації освітнього процесу. Тому скориставшись ідеєю В. О. Сухомлинського про критерії поділу класу на групи відповідно до рівнів розумових здібностей на п'ять груп ми виокремили показники рівня розвитку студентів та функцій викладача в умовах індивідуалізації освітнього процесу (табл. 3.1).

Врахування причинно-наслідкових зв'язків в освітньому процесі, ідеї неповторності особистості, показників розподілу студентів і функцій викладача в умовах індивідуалізації освітнього процесу забезпечать цілісність процесу розвитку різнобічно-розвиненої особистості. Користуючись таким підходом ми визначили основні компоненти триєдиного підходу, що характеризують різнобічно-розвинену особистість та потребують подальшого дослідження у напрямі впровадження у підготовку інженерів-педагогів із ЦТ.

Таблиця 3.1

Показники рівнів розвитку студентів, функцій викладача, форми індивідуалізації навчання

Рівень розвитку	Функція викладача	Уміння та навички студентів	Рівень активізації діяльності	Рівень мотивації навчання
Високий	Консультативна	Якісні ЗУН на рівні застосування	Пошуковий	Повністю мотивований
Достатній	Контрольно-консультативна	Рівень усвідомленості	Дослідницький	Мотивований
Середній	Контрольно-допоміжна	Навчаються достньо вільно	Проблемний	Слабо мотивований
Задовільний	Постійна співпраця з викладачем	Первинне усвідомлення ЗУН	Репродуктивний	Консультації викладача
Низький	Індивідуальна систематична робота з викладачем	Виконання завдань за викладачем	Пояснювальний	Виконання вправ за зразком

У сучасній науці спеціальним предметом дослідження є [116] загальнонаукова теорія самоорганізації (рис. 2.4), орієнтована на пошук законів еволюції відкритих нерівноважних систем: природних, соціальних, когнітивних (пізнавальних). Інформаційно-цифрові системи якраз і відносяться до самоорганізуючих, наприклад, робот, квадрокоптер.

Дане поняття характеризує процес створення або вдосконалення організації складної, відкритої, саморозвиваючої системи, зв'язки між елементами якої мають не жорсткий, а ймовірнісний характер. Властивості самоорганізації притаманні об'єктам різної природи. Клас систем, спроможних до самоорганізації – це відкриті і нелінійні системи. Але не всяка відкрита система самоорганізується, має структури, бо все залежить від співвідношення двох начал: створення структури і розсіювання, розмивання її.

Поняття *структури* та *історії* відносяться до різних методологічних рівнів, але вони органічно пов'язані між собою. Філософи завжди вивчали не лише проблеми теорії щодо пояснення явищ світу, а й методи, шляхи досягнення результату. Цим проблемам присвячені роботи Сократа, Платона, Геракліта, Аристотеля, Г. Гегеля, Б. Спінози, В. С. Солов'єва, М. О. Бердяєва (див. пп. 1.1–1.2) та ін., аналіз яких привів до наступних висновків:

1. Історія без структури приводить до плоско-еволюційного історизму, поступового площинного характеру пізнання світу (Г. Гегель, Е. Дюркгейм).
2. Розгляд структури без врахування історії приводить до структуралізму,

який властивий абстрактно-теоретичному рівню дослідження, основою якого є структурний метод, моделювання, формалізація тощо (М. Фуко, Ж. Лакан).

3. З одного боку – історія, з іншого – структурно-еклектичний підхід (Потамон I ст. н. е., Е. П. Радлов).

4. Загалом історія науки включає в себе як діалектичний, так і послідовно конкретно-історичний підхід (Т. Пітере, М. І. Михальченко).

На основі окреслених висновків ми визначили особливості *становлення структури історично цілого у професійній освіті*:

- вивчаючи будь-яку структуру, як сталу цілісність, та її генезис, необхідно виходити з того, що ця структура не є статичною, а є процесом історичної змінності. Закономірно з історичної точки зору вона враховує минуле й сьогодення, історичну діахронію й синхронність. Для вивчення характеристик системи використовують різні методи. Зокрема, на початковому етапі систему, на певний час вилучають із потоку часу. Це дозволяє глибше вивчити як саму структуру, так і функції системи. Загалом таке умовне вилучення є лише певним етапом у процесі пізнання;

- системно-структурні методи дослідження психолого-педагогічних процесів ширше застосовуються на емпіричному етапі пізнання. Це характерне при вивченні речових властивостей систем, особливо органічних. Історичність таких методів на цьому етапі є закономірною. Коли здійснюється перехід з емпіричного на теоретичний рівень пізнання, а тим більше методологічний, визначені методи підпорядковуються завданню виявлення процесуальних характеристик досліджуваних систем, закономірностей їх зміни.

Описані вище підходи (табл. 2.4, рис. 2.5) та методи, закономірності, що впливають із загальновизнаних педагогічних концепцій Я. А. Коменського «Мистецтво учити всіх усьому»; традиційної класно-урочної [81] Й. Ф. Герберта, Й. Песталоцці, Я. А. Коменського ми поклали в основу формування триєдиного середовища ІЦК.

У п. 1.1 поняття *концепції* ми розглядаємо як систему поглядів на те або інше розуміння явищ і процесів; єдиний, визначальний задум [123].

В цьому зв'язку Дж. Дьюї передбачає, що зміст, форми і методи навчання мають враховувати безпосередні інтереси і потреби суб'єктів навчання [30].

На думку А. Адлера індивідуальна психологія є вченням про людину. Дослідженням індивідуальної психології є думки, почуття й дії особистості у «світлі уявної цілі, до якої всі вони спрямовані» [1, с. 111].

Дослідники спадщини А. С. Макаренка зауважують, що формування особистісних якостей було центральним в його діяльності. Він довів, що суспільна значущість індивіда у структурі цілісної людської спільності визначається, тим, як він може плідно долучитися до суспільного життя [21].

Ряд дослідників будуючи педагогічну концепцію, привертали увагу до необхідності виховання молоді на принципах національного родинного виховання, відстоювали необхідність гармонійного виховання особистості, зробили спробу систематизувати сукупність методів і принципів навчання, одним із перших дав ретроспективний аналіз українського виховного ідеалу [123].

В. О. Сухомлинський [91] розглядав гуманізацію на соціальному, державному рівнях як принцип існування взаємин між суспільним і особистим, як сутність педагогіки, її принципів, як мету формування взаємин, як базисний компонент змісту формування стосунків, яким мають бути пронизані всі засоби навчання, як якість способів виховання.

Ідеї провідних педагогів [1; 21; 30; 91; 123] набули розвитку і сприяли виникненню концепцій педагогіки співробітництва, розвивального та особистісно зорієнтованого навчання (рис. 3.4).

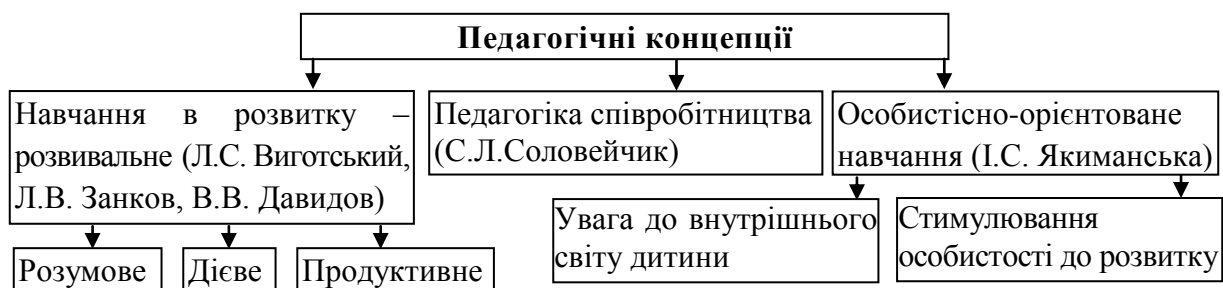


Рис. 3.4. Структура педагогічних концепцій

Метою сучасної Концепції розвитку педагогічної освіти є «випереджаюча модернізація педагогічної освіти для створення бази підготовки педагогічних

працівників нової генерації та забезпечення умов для становлення сучасних альтернативних моделей професійного й особистісного розвитку педагогів» [40].

У 1986 р. започаткована концепція педагогіки співробітництва (Ш. А. Амонашвілі, І. П. Волкова, Є. М. Ільїна, В. А. Краковського, С. М. Лисенкова, С. Л. Соловейчика, В. Ф. Шаталова, М. П. Щетініна) [3].

Вказані дослідники педагогіку співробітництва базують на принципах:

- випереджувального навчання, орієнтація на зону найближчого розвитку;
- співробітництва педагога з суб'єктами навчання;
- відсутності примусу в навчальній та аудиторній діяльності;
- організація вивчення інформації навчальних дисциплін блоками, модулям;
- використання ключових слів і опорних конспектів;
- постановки важкої мети та вільного вибору вивчення навчального матеріалу;
- ідея відповідної форми та самоаналізу в навчанні;
- особистісний підхід і створення інтелектуального фону аудиторії.

І. С. Якиманська, В. В. Сєриков виокремлюють три моделі особистісно зорієнтованої педагогіки: соціально-педагогічну, предметно-дидактичну та психологічну [122]. Соціально-педагогічна модель передбачає виховання наперед заданих характеристик. Предметно-дидактична модель передбачає предметну диференціацію та індивідуальний підхід у навчанні. Психологічна модель має метою освітнього процесу корекцію здібностей суб'єкта навчання до формування і розвитку відповідних компетентностей.

Здійснене узагальнення психолого-педагогічних підходів (рис. 2.5), які широко використовуються у педагогічних дослідженнях, та поглядів провідних педагогів на концепції педагогіки [8; 21; 30; 91; 123] дають змогу перейти до визначення основних ідей *моделі підготовки інженерів-педагогів* (рис. 3.5) на основі триєдиного підходу.

Система ІПО унікальна за своєю суттю і сама її природа дає можливість сформувати гармонійно розвиненого фахівця, який поєднує в собі інженерні та педагогічні вміння, пов'язані зі здатністю розв'язувати технічні завдання, системно мислити, проектувати та конструювати технічні системи, розбиратися

у питаннях економіки, охорони праці в галузі, уміннями працювати з людьми, організувати освітній процес у закладі професійної освіти, виховувати молодь, бути керівником [36]. Європейські країни йдуть шляхом обов'язкової педагогічної освіти викладачів не тільки гуманітарних, але й ФТД.

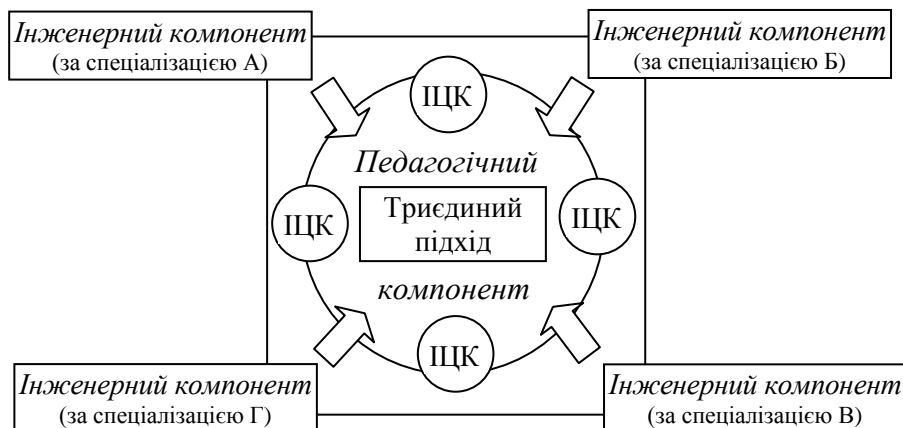


Рис. 3.5. Модель інженерно-педагогічної підготовки фахівця ЦТ

Інженерно-педагогічна підготовка та перепідготовка, мають різний предмет дослідження [36]. В першому випадку випускник ЗВО спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» певний час проходить педагогічне становлення. Це викликано тим, що в останнього є два «пласти знань» – технічні і педагогічні, які утворюють дві підсистеми в інженера-педагога і складають «листяний пиріг». Підвищення кваліфікації (перепідготовка) є змушеним заходом продовження неперервної освіти впродовж активного життя в результаті постійної зміни технологій.

У цьому зв'язку Е. Ф. Зеєр [32] вбачає специфіку інженерно-педагогічних спеціальностей у їхній комплексній підготовці за двома аспектами:

- функціональним, за видом діяльності (інженер-педагог, інженер-викладач, майстер виробничого навчання і т. д.);
- предметним, за галуззю освітньої діяльності (машинобудування, електроенергетика, будівництво, ЦТ і т. д.).

Ми вважаємо, що інтегрована системна підготовка інженера-педагога ЦТ, є найефективнішою. Так як педагогічна галузь є консервативною в порівнянні зі сферою виробництва, й її методи, прийоми і засоби не зазнають таких докорінних змін, як у сфері життя суспільства, де відбувається безпосереднє впровадження досягнень НТП, то ми вбачаємо вихід у тому, щоб «навчити

вчитися» впродовж усього життя. У зв'язку з такими перспективами розвитку ПО ми пропонуємо реалізовувати надбудову професійних (інженерних) компонентів над базовим (педагогічним) компонентом. При цьому визначального значення набуває ІЦК. Тобто в межах педагогічного компонента слід здійснювати реалізацію функціонального аспекту (за Є. Ф. Зеєром) підготовки фахівця. Предметний аспект із його широким спектром спеціальностей забезпечить у межах неперервної освіти реалізацію інженерного компонента (рис. 3.5). Як підсумок ми отримуємо систему принципів підготовки інженера-педагога з врахуванням ІЦК як ключової (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Компоненти моделі підготовки інженера-педагога з розвитком ІЦК

Нами сформовані змістовий компонент підготовки фахівців ЦТ і відповідно структурно-логічні схеми розвитку їхньої ІЦК на бакалаврському та магістерському рівнях вищої освіти (рис. 3.7, рис. 3.8).

Реалізація моделі підготовки інженера-педагога забезпечується рядом вимог. Ми узагальнили дослідження вчених (додаток Б.2) і окреслили триєдиний підхід до *концепції освітньої діяльності за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)»* (бакалаврський та магістерський рівні) з урахуванням упровадження в освітній процес ІЦТ і відповідно розвитку ІЦК. Специфіка полягає у наступному:

- підготовка інженерів-педагогів забезпечується педагогічною, навчально-виробничою й організаційно-методичною діяльністю у сфері професійно-технічної освіти та підготовки робітників безпосередньо на виробництві;

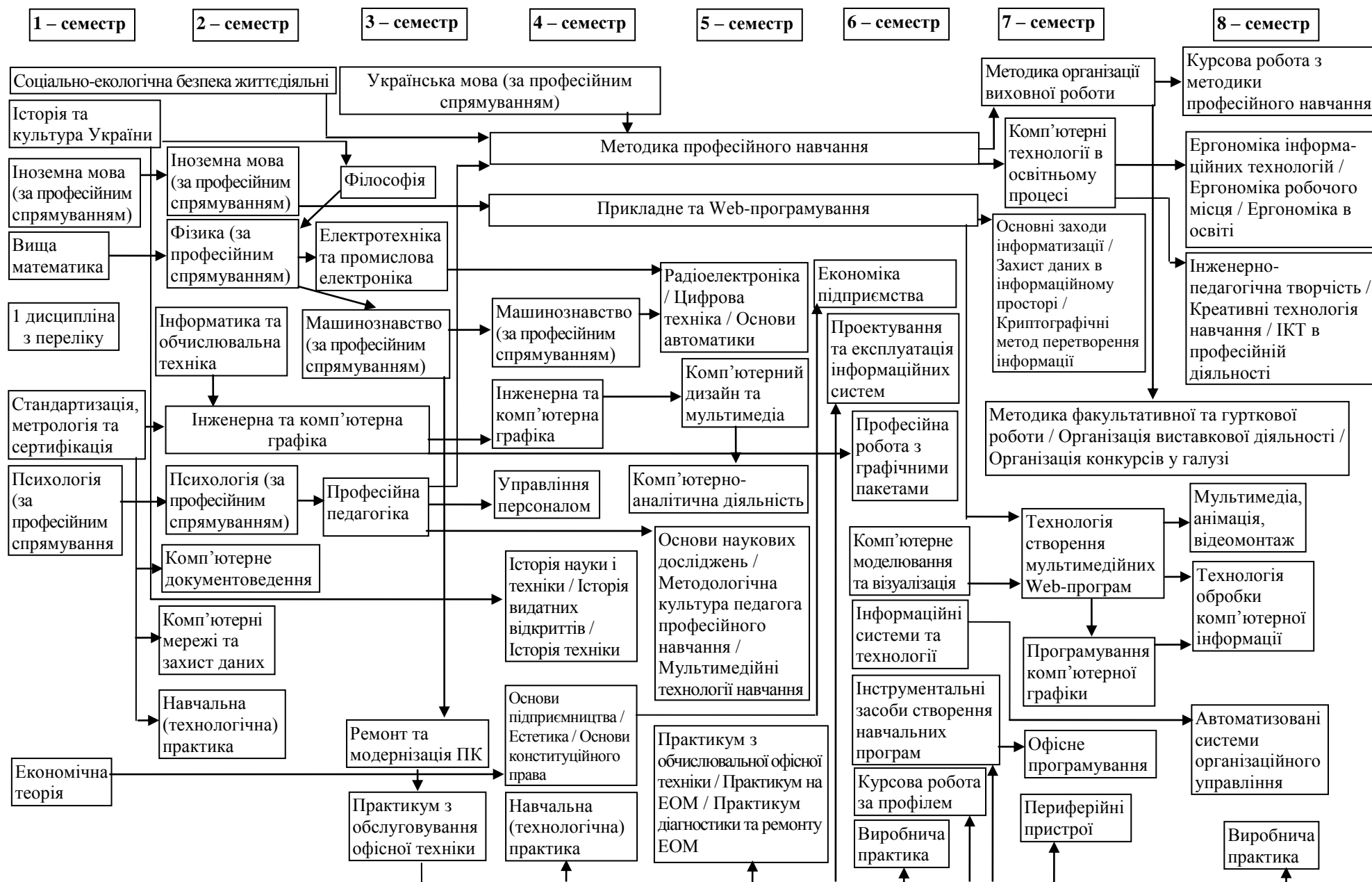


Рис. 3.7. Структурно-логічна схема розвитку ІТК у майбутніх фахівців ІТ на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти

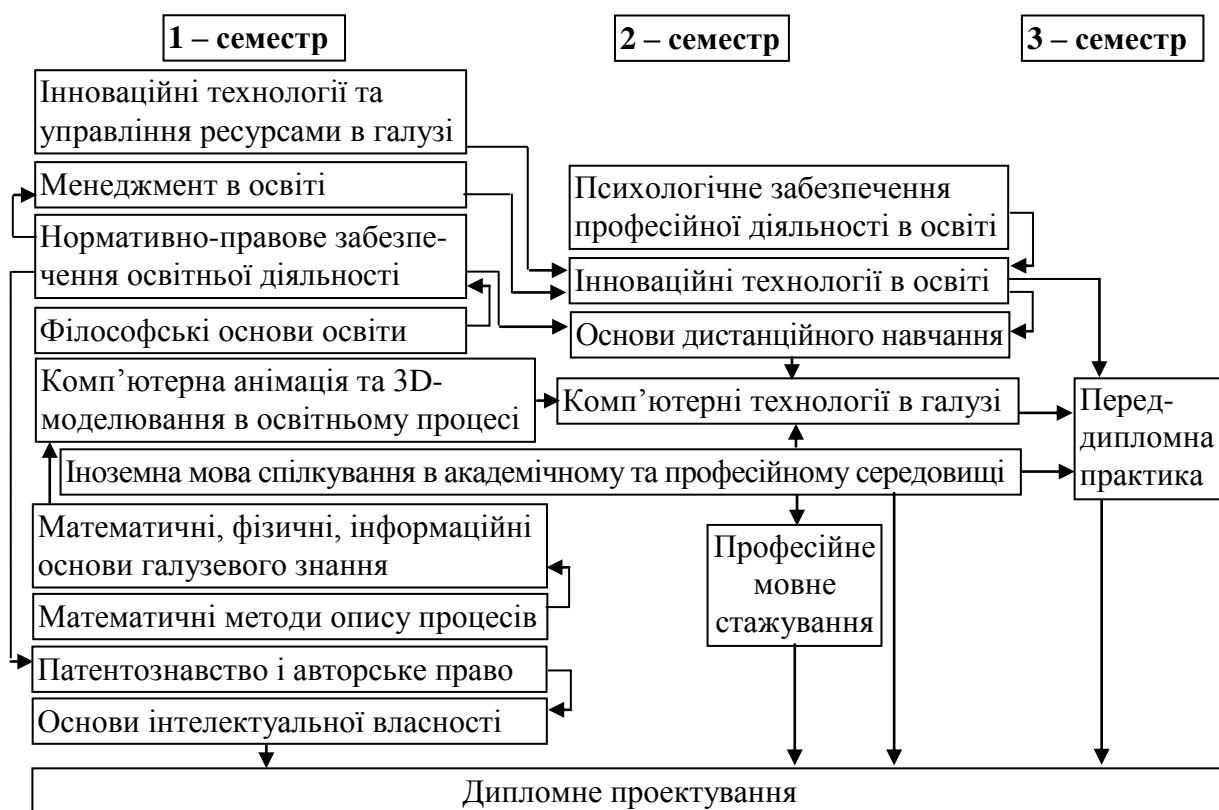


Рис. 3.8. Структурно-логічна схема розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ на другому (магістерському) рівні вищої освіти

- ІПО за своєю сутністю є інтегративною і відрізняється як від педагогічної, так і від традиційної інженерної (професійної);

- функціонально-педагогічна діяльність інженера-педагога визначається: конструктивною, комунікативною, проектувальною та гностичною складовими в інноваційному освітньому середовищі, зокрема, хмаро орієнтованому;

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

- освітній процес підготовки фахівців спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» у ЗВО має специфічні кваліфікаційні характеристики та навчальні плани, які базуються на фундаментальних ФТД, здебільшого носять навчально-виробничий характер, передбачають використання системи практикумів, виробничих практик (рис. 3.7, рис. 3.8) та ін.

- виходячи з тенденції до запровадження у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) профільного навчання, підготовка інженерів-педагогів професійної освіти має охоплювати визначений сектор їхньої діяльності передбачений структуруванням навчальних дисциплін (рис. 3.7, рис. 3.8), які

пронизані системним використанням ЦТ та дуальністю освіти.

Таким чином, проблема створення та розвитку дидактичної триєдиної системи підготовки фахівців професійної освіти в умовах цифровізації є актуальною і потребує подальшої розробки.

3.2. Самоорганізуюча парадигма розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій за інтегративності фізики і технічних дисциплін

Починаючи з Ф. Бекона, Г. Гегеля та ін. [75] (див. п. 1.1) експеримент у природознавстві є фундаментальним способом у дослідженнях; методом вивчення природних чи суспільствознавчих явищ у штучно створених умовах із метою з'ясування етапів його розвитку; в епоху НТП є основою інтеграції природничих і технічних наук; засобом пізнання природи.

Експеримент у технічних науках і на виробництві має свої особливості (див. п. 1.4): дослідник самостійно організовує умови його проведення з урахуванням виходу на практичне застосування; експериментатор може прогнозувати зміну варіантів умов і кінцевий результат прояву досліджуваного технічного застосування (технологічного процесу); в експерименті можливі кількісні та якісні зміни з метою виокремлення окремих деталей процесу, чи заміни деталей, блоків установки; із запровадженням ЦТ зростає роль моделювання теорії при підготовці та проведенні експерименту; нового підходу набуває точність технічних засобів експерименту, що складаються з багатофункціональної електронної апаратури, високочутливих приладів; експеримент набуває властивостей глобалізації.

Згідно теорії самоорганізації [78] природні явища є самоорганізуючими. У них відбувається постійний обмін енергією, речовиною, інформацією з навколишнім середовищем. Все більшої ролі набуває обмін інформацією, де визначальними нині є ІЦТ, які є складовими експерименту.

Таким чином, доцільним є окреслити проблеми *інтегративності* наукових відкриттів природничих наук і результатів розвитку технічних наук.

Проблемам інтеграції змісту природничих дисциплін присвячені наукові праці М. В. Анісімова [4], І. Т. Богданова [5], М. Г. Гапонцевої [15], С. У. Гончаренка [19], М. В. Декарчук [50], Л. В. Дольнікової [28], І. М. Козловської [37], Д. І. Коломієць [38], К. В. Корсака [42], М. Т. Мартинюка [50], Т. С. Плачинда [62], С. М. Рибака [67], М. І. Садового [73], Н. В. Стучинської [90], В.І. Хитрука [50] та ін. Водночас ці наукові здобутки вимагають систематизації, дослідження генези та розвитку інтеграційних процесів в освіті, зокрема у ФТД у професійній підготовці майбутніх фахівців ЦТ.

У наукових дослідженнях досить часто використовується гіпотеза – спосіб пізнавальної діяльності суб'єкта навчання, його форма мислення, в основі якої лежить здогад, тимчасова теорія. Здогад і висновки з тимчасових теорій відносяться до основних завдань будь-якого експерименту фундаментального чи прикладного значення. Загальновідомо, що експеримент є критерієм природничо-наукової та педагогічної істини [73].

Ми виділяємо природничо-науковий експеримент [99], де ефективним є математичне та фізичне моделювання об'єкта у поєднанні з комп'ютерним аналізом. Тоді моделюючі об'єкти поєднуються зі спеціальними установками: Arduino, генератори, ПК, осцилографи та ін., що забезпечують умови їхньої роботи. Результати експериментів разом з досягненням природничо-наукової істини спрямовуються на створення новітньої продукції.

Ми встановили [99, с. 104–111], що ускладнення експериментального завдання вимагає підвищення достовірності передбачуваних результатів через: багатократне дублювання операцій вимірів; удосконалення приладів; підвищення їх точності, чутливості тощо; облік основних і врахування неосновних чинників; попереднє планування експерименту та його результатів. Окремо в таких завданнях виділяємо поняття ІЦТ, які органічно влилися у виробництво і без яких не здійснюється жодне сучасне дослідження.

Прикладом є діяльність ПАТ НВП «Radiy» (м. Кропивницький), де проектується та виготовляється захисна апаратура на АЕС України, Європи,

Азії та США. Тут в кінці ХХ ст. домінувало електромагнітне реле, як головний елемент прийняття рішення виконавчих установок. Розвиток сучасних технологій електроніки привів до конструювання інтегральних плат, які містять множину транзисторів і орієнтовані на відповідні датчики, що реагують на певний подразник: радіоактивність, температуру, концентрацію речовин, густину речовин та ін. Кожний подразник дублюється багаторазово з високою чутливістю та точністю. Слідкуюча система реагує на відхилення від нормального режиму роботи і в разі потреби здійснюється автоматичне вимкнення того чи іншого блоку і перемикання його на інший.

Тоді значення набуває обробка результатів експерименту. Статистичні ранжування та групування даних за допомогою ПК є одним із методів такої обробки. Математичне ранжування передбачає точний розподіл кількісних показників за обґрунтованої точності і логічного порядку. В ході виконання операцій ранжування виділяються та аналізуються другорядні й випадкові дані, а також ті, що не впливають на результати проведеного дослідження.

Ранжування за групами здійснюється за наперед заданими ознаками. Подібні ранжування статистичної дослідної інформації виконувалися за допомогою електронної системи «Кобра 3» [85] з'єднаної з датчиками та ПК. Аналіз результатів дослідження за нескладною комп'ютерною програмою висвічується на екрані монітора та заноситься до таблиць, будуються графіки.

Отже, сучасна статистична теорія ранжування та похибок у сукупності з ЦТ забезпечує надійний контроль за експериментом і коригуванням його даних. За аналізом даних, за потреби, відсіваються випадкові дані, проводяться узагальнення даних експерименту в процесі формування наукового факту. Електронно-математична статистична обробка є операцією переходу від емпіричних даних до природничо-наукового факту.

Тривалий час у дослідженнях використовували аналогові пристрої та установки. Із запровадженням ЦТ аналізу забезпечується більш висока точність експериментальних результатів, насамперед у порівнянні й узагальненні. Багаторазово повторене і зафіксоване експериментальне явище

стає науковим фактом, коли результати повторень співпадають, та після теоретичної інтерпретації одержаних результатів.

У ході дослідження ми встановили, що отриманий в експерименті науковий факт є наслідком узагальнення сукупності експериментальних даних, заснованих на спостереженнях і вимірах. Крім цього одержаний науковий факт завчасно передбачає використання його у технічних пристроях після завершення експериментальних випробувань [99, с. 108–109].

Ми встановили (див. пп. 1.1), що засоби природничо-наукових досліджень змінюються. Прикладом є еволюція РТ. Отже змінюються і технологічні процеси, запроваджується новітня техніка [67]. Починаючи з І. Ньютона при дослідженні природи вчені [75] керується теоретичними знаннями.

Для М. М. Боголюбова, Б. Б. Голіцина, Дж. Максвелла, Д. І. Менделєєва, М. Планка, І. Є. Тамма, В. П. Шелеста та ін. у ХІХ – ХХ ст. (див. п. 1.1 – 1.3) основною була лише теоретична робота. Вони у фізиці, хімії, математиці розглядали теоретичні проблеми. О. К. Антонов, І. В. Курчатов, Л. Д. Ландау, А. М. Туполєв, Ю. Б. Харитон та ін. були теоретиками-практиками. Вони очолювали колективи, де одні вчені висували й обґрунтовували нові ідеї, а інші – впроваджували їх у практику [75; 93]. Частина вчених займалися й експериментальними дослідженнями: М. Г. Басов, В. М. Глушков, М. І. Давидов, О. М. Макаров, О. М. Прохоров, П. О. Черенков та ін. [75].

Природно відбувся поділ учених на теоретиків та експериментаторів. Утворилися відповідні наукові школи [72; 97].

Останні десятиліття характеризуються тим, що тільки у виняткових випадках теоретик проводить експериментальну роботу, щоб підтвердити свою теорію. Виокремилася специфіка експериментальних і теоретичних методів дослідження (див. п. 1.5). Крім цього, виникли спеціальні наукові методи дослідження, які визначаються специфічним характером предмета й об'єкта дослідження природничих наук (див. п. 1.1 – 1.4). Народилася спеціальна наукова методологія, що визначається як сукупність методів, принципів і прийомів дослідження, котрі використовуються у тій чи іншій

галузі технічних і теоретичних знань [99, с. 106] (див. п. 1.5).

Специфіка досліджень мікрооб'єктів обумовлює їх дуалістичну природу. Співвідношення неозначеностей відображає специфіку фізики мікрочастинок, яка полягає в одночасному визначенні класичних характеристик координати, імпульсу руху частинок та їхніх хвильових властивостей, і квантових обмежень класичної механіки [99, с. 109; 77; 88, с. 48].

Нами встановлено, що у природознавстві спочатку склався натуральний, фізичний і мисленний експерименти, які під впливом НР переросли у науково-виробничий теоретико-прикладний, а згодом у модельно-інформаційно-машинний на основі ЦТ та мехатроніки.

Експеримент нині має обмеження в пізнанні об'єктів, які не сприймаються наявними засобами. Ми [99] прийшли до висновку щодо необхідності визначити співвідношення теоретичного й експериментального у цілісному об'єкті дослідження і вплив їх на пізнання суті суб'єктом навчання.

На сучасному етапі розвитку науки природничонаукові дослідження мають специфіку в частині як теорії, так і експерименту. Вона полягає в тому, що виграним є дослідження вказаних складових засобами фізики, хімії, кібернетики, екології щодо виявлення внутрішніх об'єктивних і методологічних меж пізнання й їхній вихід на загальнонауковий рівень. Методи дослідження фізики та ЦТ проникли у всі природничі науки, що дало змогу сформуванню у загальній формі концепції дослідження складових матеріального світу. До таких можна віднести багатопланову концепцію нерівноважних станів (теорія катастроф). Вона слугує дороговказом теоретичного розвитку й зародження нетрадиційної методології досліджень [67].

Сучасна теорія фізичних і технологічних станів далеких від рівноваги підтверджена експериментально, що дало можливість розв'язати ряд суперечностей у науці, виокремити область знань, яка має загальнонаукову значимість: самоорганізуючі системи, STEM, мехатроніка та ін. Вона обумовлює нову парадигму сучасної фізики, революціонує всю науку і техніку. Такий підхід у дослідженнях дозволяє вивчати загальні взаємозв'язки

(причинно-наслідкові, кореляційні, кооперативні, просторово-часові), які стають менш помітними, якщо складові системи віддаляються від стану рівноваги.

Специфіка закономірностей квантово-польових уявлень про причинності полягає у тому, що вони мають статистичний характер і властиві законам всього мікросвіту з його ймовірнісним характером прояву. Загально визнано, що в основі єдності світу лежить випадковість та ймовірність. А особливістю є те, що тепер КС включає в себе і спостерігача. Згідно антропного принципу від присутності спостерігача залежить результат дослідження, світ є таким завдяки існуванню людини. В свою чергу й людина вважається закономірним результатом еволюції Всесвіту [77; 99, с. 106–107].

Отже, робота вчених збагатила теорію й практику рівня розвитку сучасного природознавства [77; 99] і проходила в тісному взаємозв'язку теорії, експерименту й техніки. Не випадково будь-яке теоретичне узагальнення в природознавстві неодмінно перевіряється експериментом із урахуванням специфіки розвитку уявлень про матеріальний світ.

Майбутні інженери-педагоги мають бути ознайомлені з перспективами розвитку пізнання. У ХХІ ст. методи й засоби експериментального дослідження природних явищ досягли високої досконалості. Їхнє енергетичне забезпечення досягає максимуму за сучасних технологій. Перевірені експериментальні методи дослідження потребують оновлення існуючих виробничих технологій. Свого часу лазерна техніка, ІТ, ПК, спектрометри, радіотелескопи відкрили можливість експериментального прориву в невідомі раніше явища природи [75]. Виникли цілі галузі нанотехнологій і матеріалознавства. Нині наступив період граничної межі дослідження властивостей матеріальних об'єктів, швидкоплинних фізичних, хімічних і біологічних процесів. Тому впроваджуються нові методи таких досліджень.

У дослідженнях різноманітних природничих і виробничих процесів широко використовуються оптичні та рентгенівські квантові генератори лазери, мазери, теоретичні основи яких розробив у 1940 р. В. А. Фабрикант.

Широкого розвитку набули нетрадиційні методи обробки різноманітних

матеріалів засновані на використанні енергії фотонного або електронного променя, плазмового й іонного потоку, ультразвуку, зокрема для виготовлення деталей із заданою формою і властивостями [77; 99].

Г. А. Гаммов, І. Є. Тамм уперше почали розробляти методи розшифрування складних структур на рівні будови молекул, які продовжують удосконалюватися (див. розділ 1). Їх науковий підхід привів до створення експериментальних методів ядерного магнітного резонансу, оптичної спектроскопії, мас-спектроскопії, рентгеноструктурного аналізу, нейтронографії [73; 77; 99].

Ядерний магнітний резонанс ґрунтується на явищі резонансного поглинання електромагнітних хвиль радіодіапазону з ядрами деяких атомів розміщених у зовнішньому магнітному полі. Застосовується у фізиці, хімії синтезу полімерів, біології в дослідженні структури сегментів ДНК, медицині [99].

Молекулярно-оптична спектроскопія ґрунтується на тому, що крім руху електронів та ядер молекули мають власні додаткові ступені свободи, коливальну й обертальну внутрішню енергію, обертаються загалом. Ця закономірність забезпечує якісний та кількісний аналіз спектрів випромінювання та поглинання. В поєднанні з лазерними генераторами, ПК, оптичними спектрометрами утворюється система, яка дозволяє досліджувати молекулярний та атомний рівні будь-якої речовини [51], впливати на них, що забезпечило формування матеріалів із наперед заданими властивостями.

Методи спектроскопії класифікуються за довжиною хвилі випромінювання, за особливостями взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною, за властивостями поглинаючої системи. Вони використовуються в аналітичних дослідженнях для детектування структурної організації речовин із залученням хроматографічних, електрофоретичних, імунних, радіологічних методів дослідження. Зокрема, застосування лазерного променя дає змогу реєструвати забруднення повітря на відстані близько двох кілометрів.

Мас-спектроскопія є методом, що ґрунтується на явищі іонізації атомів і молекул речовини та фіксації спектра мас іонів, що утворюються в реакціях. Це дозволяє досліджувати та аналізувати будову й властивості речовини.

Іонізований газ утворюється з вільних електронів та іонів електрично нейтральних частинок середовища і може прискорюватися електричним і магнітним полем, де рух частинки здійснюється за кривою. За радіусом кривизни їхніх траєкторій і часом прольоту визначаються властивості частинок. Метод має високу чутливість і застосовується для визначення структури хімічних сполук, ізотопного складу і будови молекул виготовлення інтегральних схем, проведення досліджень речовин у нафтовій, атомній промисловості та ін.

Метод рентгеноструктурного аналізу ґрунтується на вивченні структури речовини, з використанням явища дифракції рентгенівського випромінювання на тривимірних кристалічних ґратках. Застосовується у дослідженнях складних молекулярних сполук неорганічних та органічних структур [51].

Нейтронорафія є методом структурно-аналітичного аналізу будови та властивостей речовини, що ґрунтується на розшифруванні дифракційної картини теплових нейтронів на атомах досліджуваної речовини, має високу роздільну здатність визначення відстаней між атомами.

Приведені методи досліджень свідчить про необхідність створення інтегрованих курсів природничих і технічних дисциплін, де ці методи вивчатимуться. Такий підхід сприяє мотивації навчання, що приводить до формування компетентного фахівця, перетворенню знань у безпосередню виробничу силу, цілісного уявлення СНКС.

Вчені П. С. Атаманчук [25], В. Ф. Заболотний [31], Т. П. Поведа [25], М. Ю. Растьогін [66], М. І. Садовий [77; 80], О. М. Семерня [25], В. Д. Шарко [66] вважають, що важливе місце в розробці моделі формування уявлень фізичної КС посідають і методи організації навчально-пізнавальної діяльності, серед яких ними були виділені когнітивні, креативні та організаційно-діяльнісні.

Дослідники загалом розрізняють близько п'ятдесяти різноманітних методів навчання [74]. Їх узагальнення приводять до висновку, що вони поділяються за трьома основними ознаками класифікації:

- способом подання навчально-дослідної інформації,
- основне дидактичне завдання,
- рівень активізації пізнавальної діяльності суб'єктів навчання та ін.

Всі вони зводяться до трьох груп методів: словесних, наочних та практичних [74]. Жоден із них не використовується на практиці у чистому вигляді, а реалізується в поєднанні з іншими. Ні один метод не є універсальним. Для забезпечення успішності розв'язання конкретних задач застосовують різні методи навчання. Саме за дотримання такої класифікації ми пропонуємо реалізовувати підготовку майбутніх фахівців ЦТ.

Сучасний освітній процес (див. розділ 2) вимагає зростання ролі самостійної роботи студентів в пошуці наукової інформації з застосуванням доступних їм ІЦ ресурсів, де важливе місце посідають Інтернет та ІЦТ. Такий підхід активізує методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності [74] (рис. 3.9), які забезпечать стимулювання активної пізнавальної діяльності та мотивуватимуть самостійне збагачення суб'єктів навчання навчально-науковою інформацією, сприятимуть формуванню цілісної СНКС та образу Природи, її законів функціонування і розвитку.

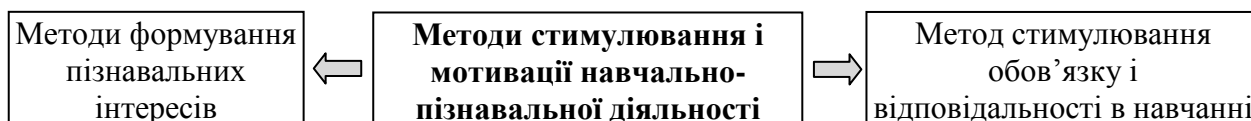


Рис. 3.9. Складові методів стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності

Ознайомлення студентів із психолого-особистісною значущістю учіння природних явищ і технічних застосувань; заохочення їх до необхідності виконувати вимоги Державного стандарту; сумлінністю навчання; сприянні оперативному контролю за виконання вимог і в разі потреби – вказівки на недоліки та зауваження забезпечує метод стимулювання обов'язку і відповідальності пізнавальних інтересів у навчанні ФТД [74; 80; 95; 97; 108].

На перший курс фізико-математичних факультетів педагогічних ЗВО, поступають випускники ЗЗСО, які на належному рівні здали ЗНО. Проведені нами опитування студентів перших курсів показали [104], що після того, як вони визначилися зі своєю подальшою професією, то мають право «відкинути» знання отримані в школі з інших природничих дисциплін, які на перший погляд безпосередньо не пов'язані з обраною професією. Така тенденція

приводить до однобічного дослідження фізичної реальності та не відповідає сучасним вимогам ринку праці з підготовки висококваліфікованих, інтегрованих фахівців із вищою освітою, що мають сформований науковий світогляд і здатні продовжувати здобувати необхідні їм знання впродовж усього життя.

Дослідженням педагогічних основ процесу пізнання в сучасних ЗВО займаються Ю. К. Бабанський [60], В. В. Давидов [24], В. В. Ягупов [121] та ін.; а способами активізації пізнавальної діяльності суб'єктів навчання на різних етапах становлення їхнього наукового світогляду – Д. І. Коломієць [38], Г. І. Щукіна [119], М. М. Фіцула [113] та ін. При цьому залишилась поза увагою проблема заохочення студентів до цілісного пізнання оточуючого світу, визначення свого місця у ньому саме на перших етапах ставлення їх як висококваліфікованих фахівців ЦТ [97]. Здобуті студентами знання доцільно характеризувати рівнем їхньої усвідомленості, що забезпечується високою активністю в русі до поставленої мети.

Для активізації пізнавальної діяльності суб'єктів навчання М. М. Фіцула [113] визначає систему факторів педагогічного процесу. Виходячи із його висновків ми окреслили [97] ряд чинників, які сприяють підвищення мотивації пізнання цілісної природи студентів перших курсів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» (рис. 3.10).

Розроблений нами інтегрований курс «Концепції сучасної наукової картини світу» для студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» об'єднує знання з біології та медицини, астрономії та космології, фізики й техніки, хімії та фармації розрахований на 120 годин / 4 кредити ЄКТС в т. ч. 18 годин лекцій [98] у значній мірі вирішує розглянуту вище проблему (додаток Д.1).

Курс КСНКС [97] забезпечує формування у студентів інтегративної єдності процесів наукової діяльності з наголосом на підсумкові результати провідних наукових шкіл кінця ХХ – початку ХХІ ст. Такий підхід визначив основні тенденції формування та становлення СНКС. Вивчення курсу КСНКС майбутніми фахівцями ЦТ створює умови для оволодіння:

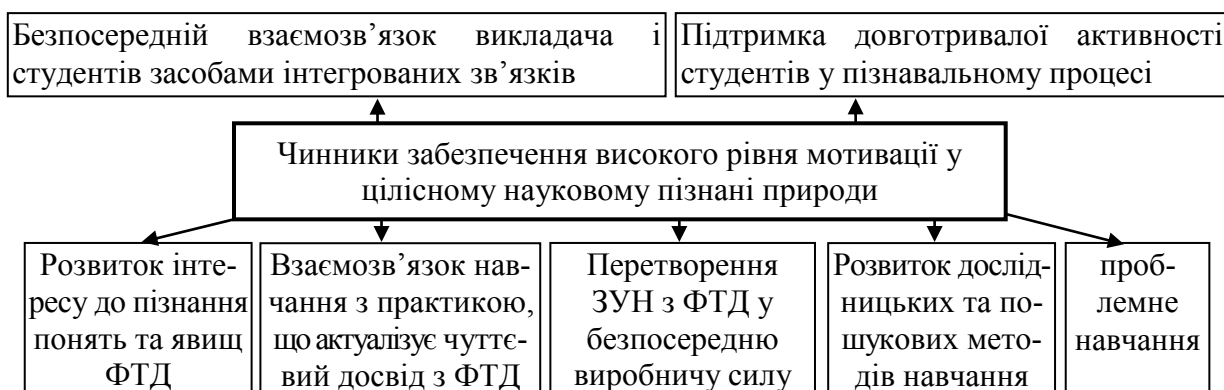


Рис. 3.10. Чинники забезпечення високого рівня мотивації у цілісному науковому пізнанні природи

- уявленням про місце і роль природничо-математичних і технічних наук у сучасному світі, історії та становленні суспільства (див. п. 1.1 – 1.2);
- історією розвитку СНКС, основами методології в природничо-наукових дослідженнях, концепціями сучасного природознавства [108];
- сутністю науково-технічних винаходів (див. п. 1.1 – 1.4) та їхніми військовими, економічними, соціальними, екологічними наслідками;
- науково-технічними перспективами розв'язання глобальних проблем сучасності та ролі в цьому процесі комп'ютерної техніки (див. п. 1.3);
- основними природничо-науковими категоріями для розв'язання завдань моделювання педагогічних систем (див. п. 1.5);
- методологію наукового дослідження (див. п. 1.5).

Поняття СНКС та її взаємовідношення з науковою думкою вчених досліджується здавна. П. С. Кудрявцев, М. І. Садовий, Б. І. Спаський, Ю. О. Храмов тривалий час вивчають складні підходи до цих взаємовідношень на різних етапах розвитку суспільства. Вони обговорюються як науковцями всіх природничих наук, так і філософами [75]. Накопичений досвід дає можливість обґрунтувати наукові уявлення про СНКС студентам спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» починаючи з перших курсів; розкрити еволюцію основ науки та захистити науку від хибних (лженаукових) пошуків у ході науково-дослідної роботи. Адже зміна парадигми НКС є зміною поглядів на структуру знань, місце науки у суспільстві, постановки експерименту (критерію істини). Серед

природничих наук більше 250 років лідером є фізика. Вона у XIX ст. створила умови для створення науки з хімії. Це пов'язано з тим, що аналіз і синтез різних речовин змінив життя суспільства. Можна стверджувати, що XIX – XX ст. були століттями панування фізики.

У другій половині XX ст. набули розвитку дослідження з проблем неживої та живої природи на молекулярному рівні, які наблизили до фізики та хімії третю природничу науку біологію. Утворилися природничі науки, які проникли у медицину, структуру ДНК, космонавтику, нанотехнології тощо. Розроблені у вказаних науках методи дослідження стали використовуватись в економіці, психолого-педагогічних, гуманітарних науках. Екологічні проблеми людства привели до глибокої інтеграції наук. У результаті екологія та природничі науки поставили людину у центр досліджень. На зміну прикладним дослідженням прийшли фундаментальні, які стали системними. Специфіка планування на перспективу їх є складним процесом, бо внутрішні проблеми неможливо поставити ззовні. Вони базуються на новітніх ідеях, гіпотезах, постулатах, складають єдине ціле, утворюють систему речовинно-енергетично-цифрової та концептуальної сукупності складових, що мають прямі та зворотні зв'язки між елементами НКС.

Крім цілісного розвитку природничих дисциплін в епоху техногенно-інформаційного суспільства особливого значення набуває взаємозв'язок еволюції технологій архітектури обчислювальних систем і СНКС.

Поняття «технологія» має декілька означень: майстерність; наука про фізичні, хімічні механічні та інші способи розв'язання задач людства шляхом застосування знарядь праці; сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини або напівфабрикатів, здійснених у процесі виробництва продукції [95]. Отже, означення технології пов'язано з поняттям інформатизації. Закон України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 роки» [64] передбачав створення уніфікованої в повній мірі повністю структурованої технології. У цій структурній сукупності ми розглянули [95, с. 16–18] ознаки технологій,

до яких віднесли: об'єкт і предмет дослідження; технологічні засоби виробництва знарядь праці, обчислювальних систем і наукових чи інших досліджень; технологічні функції обчислювальних систем, що впливають на їх носії; відповідний технологічний рівень розвитку суспільства.

Е. В. Алтухов [2], І. В. Безсуднов [45], В. М. Глушков [18], С. Х. Карпенков [34], Д. В. Ланде [45], Е. Таненбаум [92] та ін. вивчають обчислювальні системи, створюють їх архітектуру, досліджують їхню сутність і технологію використання. Нині постала епоха ІТ і є потреба розглянути взаємозв'язок еволюції технологій архітектури обчислювальних систем у нових умовах. Під поняттям «технології» ми розуміємо сукупність способів і засобів досягнення поставленої мети, процесів супроводу цієї діяльності.

Виходячи з поданого означення та результатів досліджень учених з технології обчислювальних систем [2; 18; 64; 92; 95] ми виділили:

- *інформаційні технології* як сукупність способів, програмно-технічних засобів, виробничих процесів для забезпечення створення, зберігання і накопичення, розповсюдження інформації з метою досягти запланованого результату нової якості знань про явища, процеси [18];

- *телекомунікаційні технології* – це сукупність алгоритмів і засобів передачі інформації, ПЗ: локальні комп'ютерні обчислювальні мережі; комунікація пакетів множинного доступу з контролем; сучасні цифрові, комп'ютерні, Інтернет мережі, що функціонують на швидкостях від 10 Мбіт і вище [92];

- *хмарні технології* – це модель забезпечення повсюдного та зручного доступу на вимогу через мережу до спільного пулу обчислювальних ресурсів, що підлягають налаштуванню, і які можуть бути оперативно надані та звільнені з мінімальними управлінськими зверненнями до провайдера [127];

- *інноваційні технології* спрямовані на створення науково-технічного освітнього середовища та сукупності способів, які на основі новітніх засобів підтримують нововведення за схемою: тренінг → консалтинг → трансферт → інженерінг → впровадження, де основою є особлива форма освітньої діяльності та мислення з запровадження нововведень в освітньому просторі;

– *технологія машинознавства* – сукупність наукових і технічних методів, способів і засобів, де домінуючим є експериментальне дослідження, випробування, експлуатація, ремонт деталей, вузлів, машин; створення ефективних конструкцій, розроблення нових конструкторських рішень спрямованих на підвищення якості всіх складових [95];

– *цифрові технології* – сукупність засобів та способів, електронних транзакцій, Індустрії 4,0, які реалізуються шляхом використання Інтернету: електронна пошта, Інтернет, мобільні телефони, MP3 програвачі та ін., представляються дискретними полосами аналогового рівня у вигляді неперервного спектра. Цій технології властива швидкодія й універсальність [9; 33]. Перспективність полягає у величезному ринку, платформі ефективності та конкурентноспроможності, високотехнологічному виробництві та модернізації промисловості за допомогою ІКТ та ІЦТ, масштаб і темп цифровізації повинні стати пріоритетом економічного розвитку [41].

Ми дотримуємося думки, що умовно технології можна виокремити на нові, ненові – вдосконалені старі, корисні та застарілі (рис. 3.11). За критерій ефективності технології обрали поняття «життєвий цикл» – період успішного функціонування у сфері послуг. Вдосконалена не нова, але ефективна технологія, як правило, стає стандартом. Корисні технології мають тимчасовий характер. Застаріла технологія веде екстенсивним шляхом розвитку [95].



Рис. 3.11. Розподіл технологій за сферою послуг

Комп'ютерна (обчислювальна) техніка є основним засобом процесу обчислень, обробки результатів, моделювання у технологічних процесах.

У процесі розвитку ІЦК майбутніх фахівців у ході навчання ФТД ми розглянули способи використання принципу історизму [75; 79].

Пропонований спосіб включає:

- перші згадки про механічний обчислювальний пристрій відомі з 87 р. до н.е. «антикітерський механізм» [2; 93];
- 13-розрядний пристрій Леонардо да Вінчі (1492) для знаходження суми чисел [75];
- шестирозрядні машини (1623) В. Шикарда з додавання та віднімання десяткових чисел [2];
- логарифмічна лінійка Р. Деламейном (1630) [75; 95];
- період удосконалення обчислювальної техніки Х. Герстеном, О. М. Криловим, Г. Лейбніцем, І. Мюллером, Д. Непер, Б. Паскалем, Г. Холлерітом, П. Л. Чебишевим, Г. Шунцем та іншими [2].
- перший програмований ткацький верстат на перфокартах Ж. Жаккара (1801);
- перша обчислювальна машина арифмометр Ч. Кальмара (1820);
- початок розробки комп'ютерної техніки 1940 р. [95];
- зародження принципу алгоритмізації (1943) – Е. Пост та А. Тюрінг [18];
- започаткування процесу створення ЕОМ [18] (табл. 3.2) як результат упровадження досягнень науки і технологій у виробництво [95, с. 19–21];

Таблиця 3.2 [95]

Фізичні основи електронних обчислювальних машин

Покоління	Фізичні основи	Швидкодія (опер./с)	Архітектура	Програмне забезпечення	Інтерфейс
1	Електронні лампи	10^3-10^4	Фон Нейман	Машинні коди	початковий
2	Транзистори, інтегральні схеми	10^5	Фон Нейман	Мови високого рівня	слабкий
3	Великі інтегральні схеми	10^6	Фон Нейман	Мови високого рівня	Обмежено термінальний
4	Надвеликі інтегральні схеми, мікро-процесори	10^7	Фон Нейман. Елементи паралелізму	Інтегральні мови високого рівня	Багато-термінальний, телекомунікаційний
5	Нейромережі	10^8-10^9	Внутрішній паралелізм	Мови високого рівня, наближені до природної	Телекомунікаційний, мережевий

- створення поколінь електронно-обчислювальних машин:

а) I (1945 – 1955) – машини на електровакуумних лампах для розв'язання завдань атомних проектів, авіації [18; 95, с. 15–19];

б) II (1956 – 1965) – на напівпровідниковій елементній базі [2; 95, с. 16];

в) III (1965 – 1970) – ЕОМ на інтегральних схемах [95];

г) IV (1971) – машини широкого використання на різних мовах програмування, зокрема Basic;

д) V і VI покоління ЕОМ [95], розробка й удосконалення яких триває. Їх ще називають суперкомп'ютерами векторні; векторно-конвеєрні; паралельні з розподіленою пам'яттю; паралельні з загальною пам'яттю; кластерні [75] та ін. Ці покоління мають особливості [2; 45; 92; 95]:

- зростаюча якість архітектури обчислювальних систем випереджає сферу технологій, що породжує суперечність, яка вирішується шляхом створення систем із масовим паралелізмом й продуктивністю, що вимірюється в TFLOPS. 1 TFLOPS відповідає 10^{12} операціям із плаваючою комою в секунду;

- в процесорах нової архітектури робочих станцій поєднуються RISC архітектура, конвеєризація і паралельна обробка інформації;

- властива неозначеність межі розвитку поколінь.

До останніх поколінь комп'ютерів відносяться *нейрокомп'ютери* [77]. В них логічною мережею елементів є нейрони, які в наближенні аналогічні нейронам головного мозку. Їх архітектурою обрана обчислювальна система MSIMD, де реалізовано рішення до рівня нейрона та інші вдосконалення.

Перший вітчизняний комп'ютер був розроблений на Київському науково-виробничому об'єднанні «Електронмаш», а серійний випуск розпочався з 1989 р. з участю підприємств Кіровоградської обл.

Під керівництвом С. О. Лебедева у передмісті Києва Феюфанії 06.11.1950 була запущена перша в СРСР та Європі найшвидкодійоюча ЕОМ «МЕОМ» і пізніше передана Київському політехнічному інституту для навчальних цілей. Швидкодія складала 50 оп / с, робоча частота 5 кГц, використано близько 3500 ламп тріодів та 2500 ламп діодів. Після цього розпочався прискорений розвиток ЕОМ, зокрема «Дніпро», «Ельбрус-2» та ін. [2].

Український вчений В. М. Глушков у 70-х рр. ХХ ст. проаналізував

принцип будови ЕОМ фон Неймана і виділив суперечності між: можливостями машинної мови і можливостями користувачів застосовувати найпотужніші засоби обробки інформації; формами організації пам'яті алгоритмічних мов того часу; централізованим управлінням надмірним обміном елементарними командами. На основі розв'язання цих суперечностей вчений здійснив розпаралелення алгоритмів дій на окремі незалежні блоки. Цим самим набув ваги людино-машинний зміст інтерфейсу [18]. Був відкритий шлях до концепції машин V та VI поколінь. На порядок денний постали проблеми створення штучного інтелекту, усунення бар'єру між людиною та машиною.

У світі суперкомп'ютерів створено нові напрями. Продуктивність мікропроцесорів RISC-архітектури росте швидше за продуктивність векторних процесорів. Так, мікропроцесор HP PA-8000 відстає від Cray T90 вдвічі; простежується тенденція витіснення векторних супер ЕОМ комп'ютерами, де використовуються RISC-мікропроцесори типу IBM SP2, Convex / HP SPP, DEC AlphaServer 8400, SGI POWER CHALLENGE [68].

Конструюючи суперкомп'ютери японська фірма ввела в дію найпотужніший у світі NEC (2002) з продуктивністю 40 трлн. оп. / с [75].

Червневий 2019 р. рейтинг Top500 суперкомп'ютерів світу показав на перших двох позиція американські комп'ютери Summit та Sierra лабораторії Oak Ridge, III та IV місця зайняли китайські, V – знову американський.

Загальний огляд розвитку технологій конструювання та виробництва ЕОМ, підготовка кваліфікованих кадрів, включення до навчальних планів дисциплін пов'язаних із використанням ПК, результати педагогічного експерименту (додаток В) дають підставу зробити висновок, що в сукупності це ґрунтовно впливає на формування цифровізованого мислення суб'єктів навчання, дає можливість вникнути в явища мікро-, макро- та мегасвіту, зробити відповідні висновки, та досягти певного рівня сформованості ІЦК.

Архітектура ПК будь-якого покоління має спільний алгоритм побудови та дії [18], який має: операції оператора; внутрішні комірки пам'яті процесора; об'єкти дослідження; способи передачі та акумулювання інформації; методи

управління та захисту пам'яті; виявлення та обробка помилок у системі; доступні для програмування апаратні засоби обробки інформації [95; 98].

Новітня парадигма освіти XXI ст. полягає у переході від незаперечного накопичення знань, до формування на їх основі визначених освітньою галуззю компетентностей. Сутність її полягає в інтегрованій єдності розв'язання суперечностей, що виникають в ході формування компетентнісного фахівця здатного самостійно вирішувати проблеми знати, уміти, оцінювати, використовувати, а також постійно самовдосконалюватися, самоутверджуватися, організовувати самоосвіту впродовж усього життя.

Звідси випливає потреба вдосконалення системи підготовки компетентних фахівців ЦТ. Нині саме такі фахівці спроможні сформувати в суб'єктів навчання науковий підхід до розуміння явищ оточуючого світу, науковий світогляд, уявлення про СНКС, вміння моделювати різні процеси, бажання освоювати все нові і нові технології, що стрімко та неспинно змінюються й удосконалюються у бурхливому суспільному житті [106].

Дані фактори зумовлюють необхідність покладення в основу сучасної методики навчання ФТД формування нелінійного типу мислення студентів.

Дослідженню розвитку мислення в загальному аспекті присвячують свої праці О. В. Вознюк [13], С. У. Гончаренко [19], І. С. Добронравова [26], В. Г. Кремень [44], І. Р. Пригожин [52], М. І. Садовий [69] та ін. Але, як показали наші дослідження [103; 109], належного взаємозв'язку між формуванням уявлень студентів про СНКС і нелінійністю мислення показано не було.

Постала проблема поряд із лінійністю формування знань (коли студент надає однозначну відповідь на поставлене запитання) віднайти форми і методи навчання, які ґрунтуються на нелінійності їхнього усвідомлення та розвитку мислення студентів. Це передбачає використання принципів нерівноважних процесів у навчанні в умовах цифровізації і відповідного вдосконалення методики організації навчально-пізнавальної роботи [78, с. 3–19].

Забезпечити порушення лінійності мають методи самоорганізуючих систем (синергетичний підхід) [13; 69; 78, с. 8–12; 103; 109] до організації

освітнього процесу в педагогічному ЗВО.

Ми вважаємо [101], що для розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ необхідно створити збурення думки наукових пошуків студента. Якщо виникає ланка: збурення думки → впорядкування знань, то ефективність навчання поліпшується. Організація навчально-пізнавальної роботи за нелінійного підходу відрізняється тим, що суб'єкт дослідження може активно втручатись у хід дослідження фізичного явища: як при вивченні теорії, так і в процесі експериментування, виокремлювати ту чи іншу частину фізичного явища за допомогою експериментальних засобів. Студент має самостійно спроектувати свою навчально-пізнавальну траєкторію, що сприятиме залученню його до активної пізнавальної діяльності для розв'язання основного завдання: формування творчої конкурентноздатної особистості фахівця, зокрема ЦТ.

Нині підготовка фахівців ЦТ з нелінійним типом мислення передбачає модернізацію управлінських структур, теоретичне обґрунтування успішних педагогічних систем, утілення в практику нових технологій, реалізацію інноваційного потенціалу в навчанні та вихованні молоді. Одним із ефективним новітніх підходів до організації освітнього процесу в ЗВО є, на нашу думку, нестандартний, особливий самоорганізуючий підхід [103].

Тут виникає особливий стиль наукового мислення ми розуміємо як [101] систему принципів і способів організації наукової діяльності, якими керуються дослідники. Він є більш загальним ніж [75] механічний та інтегрує імовірнісний, кібернетичний, дослідницько-пошуковий стилі і підлягає відповідним закономірностям нейронних упорядкувань головного мозку. Інколи його називають синергетичним у частині педагогіки.

Досліджуючи стан розвитку системи освіти і перспективи її становлення, частина науковців звертає увагу на синергетику як міждисциплінарний напрям вивчення складних систем. В. Г. Кремінь [44, с. 4] вважає: «Сьогодні синергетика, долаючи міждисциплінарний статус, швидко перетворюється на відповідального носія нової парадигми стилю мислення. Нова методологія утілюється в техніці, мистецтві, економіці і повинна проникати в освіту».

У широкому розумінні становлення нелінійного (синергетичного) стилю наукового мислення покликане об'єднати різні наукові області (природничо-наукову, гуманітарну, соціальну) в єдину науку. Тому на передній план виходить завдання формування в студентів уявлень про наукове знання [101].

У ЗЗСО традиційно вивчаються у квантовій теорії [19] виключно лінійні процеси, хоч у реальності це не так. Тому логічним є навчання студентів нелінійних нерівноважних процесів у ЗВО розпочинати з перших курсів. Ми навчальним планом підготовки фахівців ЦТ передбачили курс КСНКС (додаток Д.1), опанування якого ознайомлює студентів з нелійними процесами, виокремили для цього навчальний матеріал, що системно відображає всі компоненти та принципи СНКС, забезпечує формування у майбутніх фахівців із вищою освітою відповідної фахової та ІЦК [78; 101].

У світлі досягнень природничих наук самоорганізуючі системи визначають інтегративний напрям у методології будь-якої науки і теорії відкритих систем. Цей напрям ми розглядаємо [101] і в системі підходів методології освіти і, зокрема природничої освіти та технологій (див. розділ 1). При цьому в інтегрованій єдності слід розглядати закономірності у системі наукових знань для передачі наступним поколінням та синергетичні закономірності розвитку мислення. За цих умов синергетичний підхід [78] в освіті виконує не лише методологічну, а й пізнавальну і світоглядну функції, розкриває механізм самоорганізації складної системи освоєння знань, набуття життєвого досвіду перетворення знань у безпосередню продуктивну силу.

Синергетичний компонент природничої освіти включає фундаментальні знання про природу, перевірені практикою і доведені експериментом, поєднує їх з наочною інтерпретацією у вигляді моделей.

Для спрощення розуміння студентами сутності синергетичного підходу до формування нелінійного типу мислення і здатності до його впровадження у своїй майбутній професійній діяльності, ми пропонуємо ознайомити їх з основами синергетики, як теорії нелінійності, ще під час вивчення дисципліни КСНКС [97; 109]. Тому як змістовий компонент курсу нами

введено тему «Лінійність та нелінійність у теорії пізнання світу» (додаток Д.1).

Вивчення теми ми здійснювали з використанням структурно-логічної схеми парадигми самоорганізації (рис. 3.12), що є методологічною основою нелінійного самоорганізуючого навчання.



Рис. 3.12. Схема парадигми самоорганізації

При вивченні курсу формою практичної реалізації нелінійності у навчально-пізнавальній діяльності є складання студентами структурно-логічних схем занять, теми, розділів, де основою є принципи самоорганізації (рис. 3.12).

Під час освітнього процесу студентам слід акцентувати увагу, що й на початку ХХІ ст. триває чергова НР у фізиці, на засадах самоорганізації відбувається становлення нової НКС – еволюційно-синергетичної, синергетика (самоорганізація) є джерелом закономірностей і основою еволюції.

С. У. Гончаренко філософію мислення визначав як вищий ступінь пізнання процесу відображення об'єктивної дійсності, це соціально зумовлений, нерозривно пов'язаний з мовою психологічний процес пошуків і відкриття істотно нового, процес опосередкованого й узагальненого відображення дійсності під час її аналізу і синтезу [19].

Джерелом виникнення і розвитку понять за лінійним способом розвитку мислення є репродуктивне, шаблонне відтворення фактів, теоретичне обґрунтування класичною теорією. Нелінійному мисленню властива багатомірність, неупорядкованість та ймовірність. Реальний світ не має

лінійних процесів. Він є нелінійним. Нелінійність обумовлена залежністю між аргументами та функцією, яка не описується однозначними рівняннями. При нелінійності системи процеси в ній не розглядаються ізольовано від зовнішніх чинників, враховують «відгуки» середовища, що оточує систему [19, с. 3–7].

Абстракція нелінійно «стискає» інформацію для виявлення найважливішої думки і сприяє утворенню знакової мисленої моделі, де досліджуються і передбачаються нові зв'язки, висуваються гіпотези [103].

Формування думки студентів про самоорганізацію як джерело еволюції систем ми пропонуємо здійснювати на основі аналізу схеми парадигми самоорганізації (рис. 3.12), яка виступає як початок виникнення нових структур.

Запропоновані нами методи та способи формування нелінійних схем навчання студентів дозволили скласти структуру поняття самоорганізації та її парадигму [78]. У практичній площині викладена інформація та ідеї цифровізації дозволяють, на нашу думку, закласти у майбутніх фахівців ЦТ підґрунтя для подальшого формування нелінійного типу мислення. Це сприяє свідомому застосуванню синергетичного підходу для оптимізації побудови освітнього процесу в своїй подальшій професійній діяльності [103].

Для забезпечення розвитку нелінійного мислення ми пропонуємо при підготовці магістрів ввести дисципліну «Теорія самоорганізації в педагогічній освіті» [78] (додаток Д.2). Таким чином, дослідження [75; 77] показують, що розвиток науки, освіти, техніки і технологій нерозривно пов'язаний зі становленням НКС. Їхній взаємообумовлений розвиток став одним із провідних чинників прогресу людства.

3.3. Теоретичні основи моделювання наукової картини світу та цифрової інфраструктури в освітньому процесі

НКС (див. п. 3.2) є узагальненням наукових пошуків у різноманітних сферах наукової діяльності та технологій (див. п. 1.1). Вона є зручним способом узагальнення інформації про науково-технічні здобутки людства.

Проведені дослідження (див. розділ 1) та аналіз наукових джерел [75;

93] показали, що кінець ХХ та початок ХХІ ст. характеризується видатними відкриттями, які значно впливають на розвиток НТП та НКС.

Наукова картина світу – найзагальніше відображення реальності у вигляді моделі, в якій сконцентровано елементи системи, що єднає всі наукові теорії у взаємному узгодженні. Вона покликана забезпечити студентам усвідомлення того, як влаштований світ, якими законами він керується, що є його основою та визначає місце людини у Всесвіті [74; 77; 80; 95; 97; 108].

ФТД є основою розвитку НТП і в освітньому процесі забезпечують формування у свідомості студентів еволюції природних явищ, сприяють розвитку світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дають обґрунтування природничо-наукової КС. Всі технічні дисципліни знаходяться під впливом фізики (див. розділ 1).

Методика навчання ФТД покликана визначати закономірності їхнього навчання як предметів у контексті формування СНКС як інтегративного нелінійного чинника [106]. До змісту методики навчання фізики [74] та технічних дисциплін як конкретних дидактик ми віднесли [95; 108]:

- окреслення пізнавального, когнітивного й виховного значення змісту навчальних дисциплін та їх місця в системі вищої освіти;
- визначення мети і завдань курсів ФТД, їхньої структури та змісту;
- виділення у відповідності до завдань і змісту навчання ФТД методів і засобів навчання та дослідження природних явищ і процесів, а також організаційних форм досягнення якісного результату.

Інформаційний об'єм нині співрозмірний з генетичним. Зростає кількість інформації, що отримується поза закладом освіти, зокрема за допомогою ХТ. Для ущільнення інформації ми пропонуємо її зображати у вигляді структурно-логічних схем для оцифрування, що відповідає нелінійному стилю мислення.

Вчені-педагоги, зокрема Г. Ф. Бушок [8], Е. Ф. Венгер [8], Г. В. Вишинська [11], С. У. Гончаренко [19], Т. Г. Грушевицька [22], В. В. Мултановський [54], А. С. Опанасюк [56], М. Ю. Растьогін [66], М. І. Садовий [77], А. П. Садохін [22], В. П. Сергієнко [82] та ін. доводять,

що за методологічним призначенням і способом формування поняття НКС використовуються вимоги ряду дидактичних принципів: науковість змісту, наочність (образність) природних явищ і процесів, доступність і системність, ймовірнісний характер явищ [74; 80; 108; 95; 97].

У ХХІ ст. інформація переросла на стратегічний ресурс суспільства, де роль науки сильно зросла, змінюючи світогляд не лише студентів. Поряд із високим професіоналізмом науково-педагогічного фахівця невід'ємною частиною є моральність, гуманізм, цілісне бачення єдності та взаємозв'язку природи й суспільства, Людини й Космосу. Світогляд набуває компонентів поліструктурності: інформаційно-теоретичні (знання, уявлення, переконання); ціннісні (оцінки, цінності, ідеали, мораль); емоційно-вольові (почуття, емоції, переживання); праксеологічні (вчинки, норми, поведінка).

Інформація, як і речовина, й енергія, набула різнобічного застосування, особливо у ІЦТ і потребує методологічного узагальнення. Проблема методологічних узагальнень у психічній діяльності людини, де аналізується інформація, отримує розвиток при дослідженні логічних аспектів нелінійного мислення в фундаментальних роботах Л. С. Вигодського, С. Л. Рубінштейна (див. пп. 1.3, 1.5); її соціальний аспект детально висвітлює О. Р. Лурія [47]; зв'язок логічного і психологічного аспектів досліджують О. М. Леонт'єв [46], Д. М. Узнадзе [111] та ін. У навчанні швейцарської школи психологів, очолюваної Ж. Піаже, психічні та логічні сторони мислення об'єднуються й ототожнюються [61].

В. В. Мултановський [54, с. 20] звертає увагу на застосування теоретичних узагальнень у навчанні ФТД: зв'язок теорії навчання і теорії мислення; застосування теоретичного узагальнення на різних етапах педагогічного процесу; доступність узагальнення для суб'єктів навчання; загальні дидактичні принципи та їхнє застосування в освітньому процесі. Крім того, важливо з'ясувати, як вирішуються ці питання в конкретних навчальних дисциплінах, оскільки завдання формування способу мислення може значно вплинути як на загальну структуру і зміст системи знань ФТД.

Т. С. Бондаренко досліджує готовність майбутніх інженерів-педагогів до розробки та використання комп'ютерних освітніх систем. Поліструктурне утворення особистості інженера-педагога розглядається через систему операційно-діяльнісного, когнітивного, мотиваційного, емоційно-вольового і суб'єктного компонентів, які визначають професійні якості та зумовлюють ступінь відповідності фахівця вимогам, що висуваються до нього техногенно-інформаційним суспільством у педагогічній діяльності. Це не адитивна сполука, а нелінійне гармонійне поєднання компонентів [7, с. 13].

На основі досліджень Л. Ф. Кузнецової [88], А. С. Опанасюка [56], М. І. Садового [77], В. С. Степіна [88] та ін. і результатів власних міркувань [74; 77; 80; 95; 97; 99; 108] ми встановили необхідність дослідити методику формування НКС як інтегративного чинника фізико-технічних знань у професійній підготовці майбутніх фахівців ЦТ та розвитку їх ІЦК з точки зору нелінійності, ймовірності.

У діючих шкільних підручниках з фізики НКС вивчається на заключному етапі. Аналогічна ситуація і в курсі фізики ЗВО. Наукові картини технологічних і технічних дисциплін взагалі не вивчаються. Крім цього, на прикінцевих заняттях сформувати цілісну нелінійну НКС досить проблематично. Ми вважаємо, що це поняття має бути наскрізним, тобто на кожному занятті необхідно систематично підкреслювати, який внесок кожне нове поняття дає для НКС. Тоді зрозумілим стає світоглядний і політехнічний аспект кожного поняття, теорії тощо. Узагальнення стає обов'язковим елементом заняття, де постійно здійснюється процес формування наукового світогляду суб'єктів навчання. При цьому ми пропонуємо робити акцент на методологічному аналізі основних понять і законів сучасної фізики (див. п. 1.5), її відкритості, як системи наукового знання про оточуючий світ, ролі фізики у формуванні НКС [74; 80; 95; 97; 108]. Аналогічно розв'язання проблеми формування СНКС ми вбачаємо й у ЗВО, зокрема при підготовці фахівців ЦТ. Для забезпечення неперервності формування СНКС на етапі школа → ЗВО ми пропонуємо ввести до

нормативної частини навчальних планів студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» дисципліну «Концепції сучасної наукової картини світу» (додаток Д.1).

Проведені нами дослідження методів формування НКС [74] та результатів ЗНО з фізики 2018, 2019 років показав, що у випускників ЗЗСО, так і в студентів перших курсів університетів, не сформоване цілісне бачення фізичної нелінійної КС. Однією з причин реального стану компетентності суб'єктів навчання є недооцінювання, насамперед принципів науковості та історизму [104]. Нині у фізиці, як основі НКС, прискорено накопичуються суперечності, які в критичному випадку приводять до її зміни (див. п. 1.3 – 1.4). Зі зміною фізичної КС починається новий етап у розвитку фізики. Виникає інша система фізичних уявлень, принципів, гіпотез, створюється новий стиль мислення, а відповідно нова парадигма (див. розділ 2). Однак удосконалення лише фізичної складової освіти не дозволяє конструктивно сприймати зміну еволюціонуючих одна в одну наукових парадигм [97].

В освітньому процесі НКС як форму узагальнення знань розглядають С. У. Гончаренко [19], В. М. Мощанський [53], В. В. Мултановський [54], М. І. Садовий [77] та ін. Узагальнюючи їх дослідження ми виділили критерії побудови КС: відношення «світ – людина» або «людина – світ»; пріоритет належить навколишній реальності (об'єктивістські); суб'єктивне коментування дійсності. Тоді наукове знання і трансформоване з нього навчальне знання є поліструктурним утворенням [88] (рис. 3.13). Такий підхід визначає особливості функцій НКС: евристичну функцію НКС в емпірії та теорії; функцію механізму зміни НКС; функцію аналізу типології НКС в історичній еволюції (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Поліструктурне утворення наукового знання

Схема (рис. 3.13) поліструктурного утворення НКС ґрунтується на триєдиному підході до аналізу навчально-наукового знання. Досліджуючи навколишню природу виокремлюється обґрунтованість поліструктурного зображення моделі КС особливо в курсах ФТД педагогічних ЗВО.

Поліструктурність моделі СНКС проявляється як різноманітний характер поєднання її структурних елементів і логічних зв'язків, передбачення в одній цілісній системі інтегрування декількох підсистем.

У сучасному виробництві прискорено застосовуються ІЦТ, що зумовлює вимогу забезпечення підготовки компетентних фахівців у галузі ЦТ, що має здійснюватися з використанням поліструктурної моделі НКС на основі поліструктурного утворення наукового знання (рис. 3.13).

Нами досліджено моделювання поліструктурного ймовірнісного утворення НКС з урахуванням триєдиного підходу [80] (див. п. 3.1). *Модель НКС* – це штучно створена структура для вивчення предмета дослідження, процесу, ситуації, які є реальними і підлягають безпосередньому аналізу [88].

Науковці [73] процес моделювання (див. пп. 1.5) розглядають як метод дослідження нелінійних явищ, теорій, певних станів у вигляді ймовірнісних структурно-логічних схем (рис. 3.14), математично виражених систем рівнянь, формул та ін. У ході педагогічного експерименту нами встановлено [80], що при моделюванні доцільно використовувати педагогічно обґрунтовані методи, умови (додаток В).

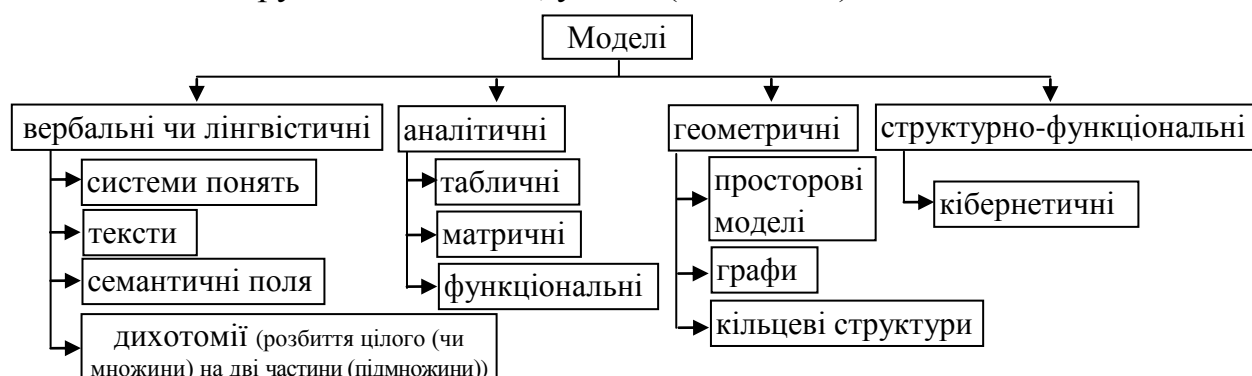


Рис. 3.14. Моделі, які підлягають різноманітним формам системного опису

Нині значна увага приділяється інноваційним технологіям навчання, запровадження яких також передбачають досягнення якості знань.

Зміст складових моделі НКС має безпосереднє відношення до потенціального розвитку світогляду студентів, що забезпечує реалізацію найвищого рівня можливостей у освітньому процесі. За компетентнісного та системного підходів (табл. 2.4) засобами моделювання синтезуються знання про те, що саме повинно бути сформованим [80; 88]. Тобто співставляється те, що маємо, з тим, що ймовірно повинно бути сформованим.

Експериментальну складову моделювання НКС з ФТД ефективно забезпечує використання ІЦТ. Цифрове моделювання з використанням ПК дає можливість створювати вражаючі зорові образи, що сприяють запам'ятовуванню, розвитку ймовірного логічного мислення і досягненню «акме-». В І. Є. Тамма освітній процес будувався так, що він читав лекції з квантової механіки без виведення складних формул, формулами як математичними моделями займався Д. І. Блохінцев. Він мало розмовляв, а займався зі студентами математичними викладками, які моделювали процеси, про які говорив І. Є. Тамм [76]. Моделювання дозволяє надати наочність абстрактним законам і концепціям, привернути увагу студентів до тонких деталей досліджуваного явища, які втрачаються при безпосередньому спостереженні. Графічне відображення результатів моделювання на екрані ПК одночасно з анімацією досліджуваного явища або процесу дозволяє студентам легко сприймати великі обсяги змістової інформації [80; 88].

Ми створили структурно-логічну схему процесу моделювання у навчанні ФТД (рис. 3.15), що інтегрує теоретичний та експериментальний метод.

Поняття КС має декілька значень: уявлення особистості про навколишнє середовище; інтегративна система природничих, суспільствознавчих знань; картина об'єктивної реальності, матерії та поля, що постійно змінюються; сукупність знань про закономірності об'єктивного світу; спосіб пояснення навколишнього світу на основі фундаментальних взаємодій. На основі такого підходу виокремили основні види КС (додаток Ж). Як підсумок ми сформуливали структуру узагальненого поняття КС галузі (рис. 3.16).

Виходячи з загальної структури НКС (рис. 3.16) ми окреслили структуру

фізичної НКС (рис. 3.17), в основі якої покладено триєдиний підхід, як інтеграцію філософських (методологічних), фундаментальних наукових і загальнонаукових принципів.



Рис. 3.15. Моделювання під час навчання ФТД

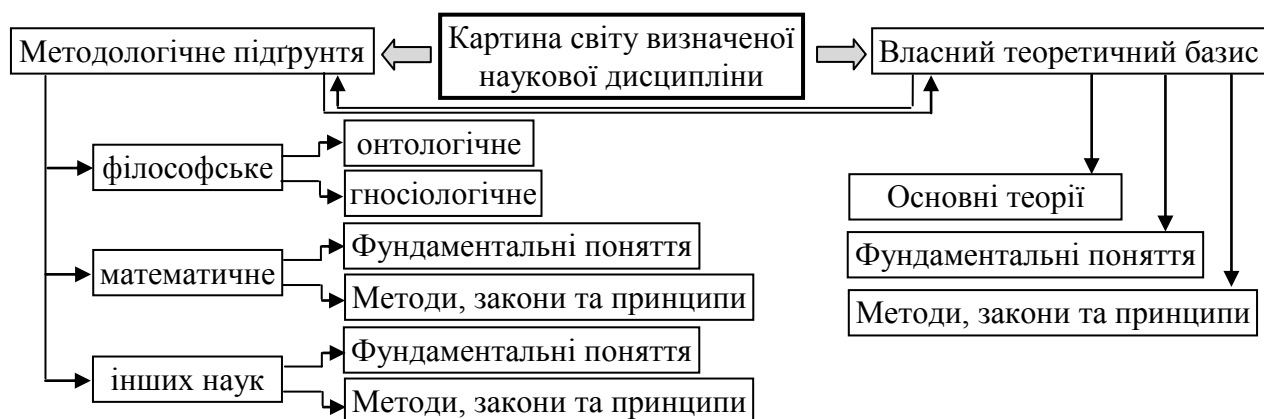


Рис. 3.16. Загальна структура картини світу галузі

Кожний компонент структури обґрунтовується показниками, які інтегруються у цілісну основу, ядро, наслідки й інтерпретацію. Розглядаючи наукове та трансформоване навчальне знання як поліструктурне утворення ми розглянули етапи еволюції фізичної КС (додаток Ж). Таким чином, загалом НКС є інтеграцією компонентів із багатьох галузей знань (рис. 3.16).

Дослідження результатів наукової роботи фахівців ЦТ, природничих і технічних дисциплін (див. пп. 1.1, 1.3) привели до висновку, що є проблема в методиці формування ймовірного природничо-наукового світогляду випускників ЗВО на основі вивчення НКС та її складових. Зокрема, в їх

змісті не враховано роль знань про живу речовину, планети, генетику, інформаційні потоки на рівні генома людини, самоорганізуючі системи, нанорівні будови речовини та ін. Це викликає необхідність введення у навчальний план навчальної дисципліни «Концепція сучасного природознавства» та «Сучасна наукова картина світу», яка інтегрувала б знання з природничих (рис. 3.17, додаток Ж) і технічних наук (рис. 3.18).



Рис. 3.17. Структура фізичної картини світу

Філософсько-методологічний аналіз структури поняття НКС і галузевих її форм, як систематизація наукових знань, дають змогу бачити її історичну мінливість. Такий підхід дозволяє розкрити перехід від однієї НКС до іншої внаслідок зміни теорій, які пояснюють природничі явища, а також внаслідок зростання значимості окремих галузей природознавства (додаток Ж).

Розвиток природознавства не є монотонним процесом кількісного накопичення знань про навколишній світ. У розвитку науки час від часу виникають НР, в результаті яких відбувається вихід на якісно новий рівень знань, радикальна зміна КС (див. п. 1.1).



Рис. 3.18. Структура техніко-технологічної картини світу [94]

Ключовими у фізичній КС є триєдина фундаментальна категорія: уявлення про простір–час; елементарні «цеглини», з яких побудована матерія; взаємодії, які скріплюють ці «цеглини» в єдине ціле.

Зміна дослідницьких програм (що визначає зміну НКС) відбувалась за схемою: механічна програма → електропольова → релятивістська → квантова → вакууму → струн → Всесвіту [75]. Початок ХХІ ст. характеризується черговою революцією у фізиці, яка веде до нової еволюційно-синергетичної КС. У визначену ступеневість нині логічно вплітається ІІІ інфраструктура як комплекс технологій і процесів, що забезпечують обчислювальні та мережеві можливості на цифровій основі [41].

Світовими лідерами «цифрового» ринку є компанії Cisco, IBM, Intel, Oracle, Deloitte, SAP, Ericsson, MasterCard, Vodafone, Kyivstar, Lifecell, International Data Corporation. «Цифрова» грамотність (або «цифрова» компетентність) визнана ЄС однією з 8 ключових компетенцій для повноцінного життя та діяльності. Вони пов'язані зі сферами кіберфізичних систем, складних обчислень, електроніки, фотоніки, Інтернетом речей та ін.

«Інтернет речей» (Internet of things) складає мережі фізичних об'єктів і речей із вбудованими датчиками, ПЗ, сенсорами для забезпечення взаємозв'язку з комп'ютерними мережами й Інтернетом.

Входження України до дослідницького Європейського простору й Єдиного цифрового ринку Європи (Digital Single Market) зумовило розробку в державі парадигми «Відкриті інновації – Відкрита наука – Відкритість до світу» – складової Європейської хмари відкритої науки та інфраструктури даних.

Європейський парламент і Рада ЄС 17 січня 2018 р. схвалили Рамкову програму, де вироблено рекомендацію 2018/0008 (NLE) оновлення редакції ключових компетентностей для навчання впродовж життя (рис. 3.19) [35].



Рис. 3.19. Структура ключової компетентності

За 12 років із запровадження ключових компетентностей сталися значні зміни [35] (табл. 3.3). Введено поняття літературної грамотності, як компетентності замість спілкування рідною мовою, воно є об'ємнішим і гуманістичнішим. Спілкування іноземними мовами змінено на мовну компетентність.

Таблиця 3.3

Порівняння первинної та сучасної редакцій компетентностей

Первинна редакція 2006 р.	Редакція від 17 січня 2018 р ЄС
Спілкування рідною мовою (Communication in the mother tongue)	Грамотність (Literacy competence)
Спілкування іноземними мовами (Communication in foreign languages)	Мовна компетентність (Languages competence)
Математична компетентність та основні компетентності у природничих і точних науках (Mathematical competence and basic competences in science and technology)	Математична компетентність та компетентність у науках, технологіях та інженерії (Mathematical competence and competence in science, technology and engineering)
Цифрова компетентність (Digital competence)	Цифрова компетентність (Digital competence)
Навчання вчитись (Learning to learn)	Особиста, соціальна та навчальна компетентність (Personal, social and learning competence)
Соціальна і громадянська компетентність (Social and civic competences)	Громадянська компетентність (Civic competence)
Почуття ініціативності та взаємодії (Sense of initiative and entrepreneurship)	Підприємницька компетентність (Entrepreneurship competence)
Культурна впевненість і самовираження (Cultural awareness and expression)	Компетентність культурної обізнаності та самовираження (Cultural awareness and expression competence)

Змістових змін зазнало поняття «математична компетентність» та основні компетентності у природничих і точних науках. Тепер маємо математичну компетентність і компетентність у науках, технологіях та інженерії, тобто STEM компетентність.

Цифрова компетентність не змінена, проте її зміст зазнав оновлення. Вона включає інформаційну грамотність і грамотність даних, комунікацію і співпрацю, створення цифрового контенту (включаючи програмування), безпеку (зокрема, цифрове благополуччя та компетентності, пов'язані з кібербезпекою) та розв'язання цих проблем. Майбутні фахівці ЦТ мають вміти здійснювати комунікації, інновації та розвивати творчість, усвідомлювати наслідки та ризики, знати функціонування пристроїв, програм, мереж, критично оцінювати надійність і достовірність та ін.

Фахівець ЦТ (рис. 3.20) має володіти специфічними уміннями та

навичками (рис. 3.21). У ході перегляду рекомендацій рамки 2006 р. (табл. 3.3) визначено, що фахівець з ЦТ має володіти цифровим контентом та STEMAR технологіями, працювати з роботами, штучним інтелектом, керувати та захищати інформацію, базу даних та ін. (рис. 3.21). Майбутній фахівець ЦТ покликаний критично і рефлексивно ставитися до проблеми розвитку, до використання складових ЦТ. Наше завдання полягає у тому, щоб провести не лише перевизначення цифрової компетентності, а й узгодити з рамками орієнтації на студентів, викладачів, інституцій. Потребує оновлення і поняття «технологія». Замість визначених у 2006 р. поняття ІСТ – технології інформаційного суспільства, ІСТ – ІКТ необхідно ввести поняття ЦТ (рис. 3.20), як сприйнятливий термін для окреслення набору пристроїв, ПЗ та інфраструктури, ПК та Інтернет [9; 41; 92; 130].



Рис. 3.20. Структура цифрових технологій

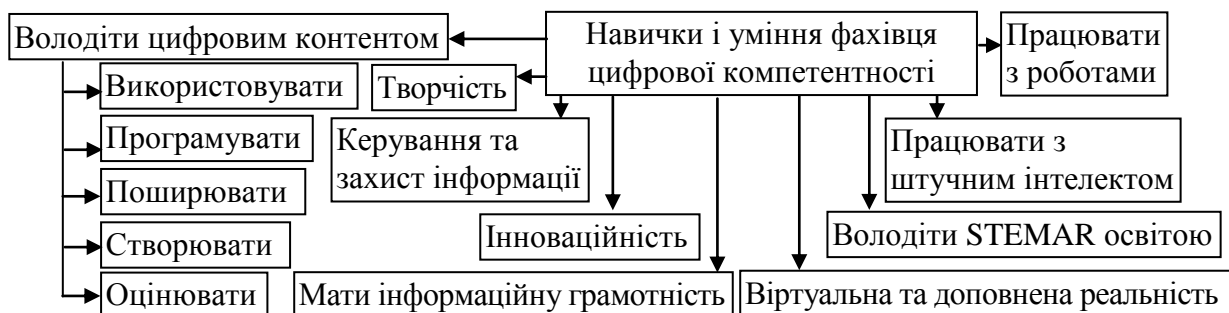


Рис. 3.21. Структура навичок та умінь цифрової компетентності фахівця

Починаючи з 2011 р. Рада Європейського Союзу здійснила перегляд та уточнення понять: цифрова компетентність і ЦТ (рис. 3.22). Ми провели аналіз стану їхнього впровадження у практику роботи педагогічних університетів та розвитку їх під час навчання ФТД студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)». Останні рекомендації пов'язані з посиленням сприяння для студентів розвитку цифрової грамотності, формування свідомого розуміння ними цифрового середовища та освітніх

ресурсів [33; 64; 89].



Рис. 3.22. Еволюція поняття цифрової компетентності у Раді ЄС (ЦК – цифрова компетентність, ЦТ – цифрові технології)

Враховуючи Європейські здобутки Кабінет Міністрів України прийняв розпорядження від 17.01.2018 № 67-р. «Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації», визначив основні завдання розвитку цифрової економіки та суспільства України. Відтоді в освітянській галузі поштовхнулися електронізацією та впровадженням віртуальних технологій. Концепція складається з 8 принципів. Виникли нові поняття: політика цифровізації України, цифровий стрибок, цифрові тренди та виклики, гармонізація з Digital Agenda та Digital Single Market ЄС, цифрова інфраструктура, виклики та можливості, цифровий розрив, нові виклики ринку телекомунікацій, високошвидкісна мобільна інфраструктура, цифрове телебачення, цифрова економіка, програма «Індустрія 4.0» та концепція «Смарт-фабрика», цифровізація освіти. Зокрема, у другому принципі Концепції передбачено за рахунок цифровізації підвищити якість освітніх послуг, скоротити цифровий розрив і цифрову нерівність у освітній галузі. У галузі

освіти передбачається розвиток ІЦК майбутніх фахівців, які забезпечать: «Підвищення рівня та якості знань, формування сучасних навичок і компетентностей, навчання здобувати інформацію, спілкування іноземними мовами, індивідуальні програми навчання, впровадження нових предметів, підготовка до професій майбутнього та водночас цікаве навчання є головними завданнями реформи освіти конкурентноздатної країни та суспільства» [41].

Один із співавторів Закону України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки» М. І. Садовий вважає, що вказаний закон не втратив своєї актуальності, так як значна частина його пунктів ще не виконана, але потребує врахування часових змін, які сталися [70]. Виходячи з цього ми вважаємо за доцільне створити довготривалий цифровий Кодекс освіти в Україні.

Виходячи з Концепції цифровізації [41] ми трансформували визначені принципи на освітню галузь спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» (рис. 3.23). Вони слугують підставою для розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні, насамперед ФТД. Ці елементи мають стати основою методичних засад і методики розвитку ІЦК.



Рис. 3.23. Принципи цифровізації спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)»

Трансформація існуючих інформаційних систем у нову цінність викликана суперечностями між наявним консервативно-охоронним та інноваційним орієнтуванням носіїв такого мислення, що впливає на стан

якості професійної освіти, розвитку ІЦТ в освіті; наступністю розвитку процесів побудови інформаційного суспільства і затребуваності новітніх знань. Виникає необхідність упровадження «цифрового стрибка», випереджувального характеру освіти, з переорієнтації з засвоєння традиційного на відкриття майбутнього. В цьому плані важливою є потенційна успішність «цифрового стрибка» у професійній освіті (рис. 3.24).

У цифровому світі виникло поняття «стрибкоподібного» розвитку. Коли відсутнє оновлення освіти життєдіяльними технологіями й інноваціями, то успіху не буде. Стратегії «стрибкоподібного» розвитку сприяють пропуску традиційних етапів розвитку, забезпеченню скорочення розриву між рівнем продуктивності та ефективності освітніх послуг, а відповідно й якості освіти.



Рис. 3.24. Потенційна успішність «цифрового стрибка»

Широке використання в освітньому процесі спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» за принципом саморозвиваючих систем самокерованих машин (роботів) зумовлює розвиток такого напрямку як штучний інтелект і машинне навчання (machine learning).

Принцип сприяння інтеграції ІКТ з європейськими та глобальними системами (рис. 3.23) ми розглядаємо через входження у світову науково-освітню мережу. Ми вивчили досвід світових та Європейських глобальних науково-освітніх мереж. Зокрема, GLORIAD (Global Ring Network for Advanced Application Development / Глобальна кільцева мережа для розвитку прикладних досліджень) заснована США, Китаєм і Росією у 2004 р. і охоплює половину земної кулі [16]. Освітня мережа Xplora, яку називають Європейськими воротами до освіти, спрямована на формування дослідницьких умінь і навичок освітян [17]. Європейської GEANT (охоплює більше 30 держав), з якою співпрацює (2002) Українська Асоціація УРАН (1997), що

представляє науково-освітню телекомунікаційну мережу УРАН та УРАН-2, всеукраїнської URAN, URAN-2 [125]. Її завданням є покращення якості та рівного доступу до знань, розвиток інформаційного суспільства у державі.

Мережа УРАН забезпечує систематичний доступ засобами Інтернету до інформації, її обміну, обробки, дистанційного навчання, електронних бібліотек, дистанційного проведення конференцій, різних методів дистанційного моніторингу, наукометричної бази Web of Science, реєстр DOI, інформаційній системі CrossRef та ін. До мережі приєднано міські мережі Києва, Дніпра, Харкова, Полтави, Одеси, Чернівців, Львова, Херсону, Миколаєва, Запоріжжя. Крім указаних міст України мережа УРАН не набула розвитку в частині приєднання користувачів. Це пов'язано не лише з матеріальними проблемами, а й з активністю користувачів у використанні мережі, що складає освітню проблему серед молоді.

Подолання такого обмеження буде сприяти формуванню українського висококваліфікованого складу майбутніх фахівців ЦТ і науковців, регулювати проблему відтоку висококваліфікованих кадрів за кордон. Експерти вважають, що один програміст створює продукцію на 1 млн. доларів [49].

Отже, розширення числа користувачів за рахунок студентів і науковців ЗВО можливе в умовах широкого впровадження в освітній процес ІЦТ.

Принцип стандартизації (основа цифровізації освіти) – ключовий фактор її реалізації (рис. 3.23) передбачає внесення змін до чинного Закону України від 03.01.2015 р. «Про стандартизацію» [65] з метою побудови українських стандартів цифрових систем, платформ та інфраструктури наближених до міжнародних (міжнародного технічного комітету ISO/TC 46 «Information and documentation») і європейських стандартів та Індустрії 4,0.

Технічний комітет стандартизації (ТК 144 «Інформація і документація»), як суб'єкт національної системи стандартизації розробив рекомендації «Про розробку державних стандартів «Інформація і документація», гармонізованих з ISO, у секторах інформаційних сервісів, соціальної інфраструктури і культурної спадщини» (ТК144/12 від 16.08.2018 р.). До його складу входить Український

інститут науково-технічної експертизи та інформації (УкрІНТЕІ).

Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» наказом від 06.06.2018 р. № 154 «Про затвердження Додатка 1 та Програми робіт із національної стандартизації на 2018 рік» визначило шляхи реалізації Концепції.

На основі аналізу приведених документів і досліджень [20; 43] ми окреслили основні недоліки у формуванні цифрових навичок і компетентності майбутніх фахівців вищої освіти:

- цифровізація у закладах освіти розвивається хаотично і відірвано від закладів вищої формальної освіти;
- відсутність освітніх стандартів, які є результатом застарілих освітніх методик, знижує якість підготовки кадрів;
- низька доступність ЦТ призводить до низької цифрової грамотності у державних закладах освіти всіх рівнів акредитації;
- відсутні умови для наскрізної, кросплатформової цифровізації суспільства впродовж усього життя;
- слабкий розвиток руху серед освітянської індустрії «Індустрія 4,0 в Україні», що ототожнюється з IV-ю промисловою революцією, не сприяє підвищенню конкурентноздатності випускників ЗВО.

На основі визначених недоліків ми сформуваємо основні умови, які забезпечать розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ під час навчання ФТД:

- доступ до ЦТ студентів (Student Accessibility), викладачів (Teacher Accessibility), управлінців вищої освіти (Administration Accessibility);
- створення цифрового хмарного середовища (Fiber-to-the-Building та wi-fi);
- створення мультимедійного контенту;
- формування поняття цифрової компетентності та грамотності студентів і викладачів.

Гармонізація доступу до послуг, інформації та знань (рис. 3.23) і створення переваг ЦТ над традиційними вимагає окреслення конкретних завдань для майбутніх фахівців ЦТ. У Концепції [41] визначені завдання

гармонізації української освіти з Європейським простором, на основі яких ми визначили завдання цієї гармонізації у розвитку ІЦК фахівців ЦТ (рис. 3.25).



Рис. 3.25. Завдання гармонізації освітніх ініціатив студентів із Європейським інноваційним простором

Завдання гармонізації освітніх ініціатив має забезпечувати підвищення довіри і безпеки використання ІКТ. Звідси постає проблема створення для ЗВО власної наукової цифрової інфраструктури згідно Концепції. Відсутність доступу до світових цифрових інфраструктур обмежує розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. Приєднання вітчизняних цифрових інфраструктур до Європейської сприятиме «стрижку цифровізації». Цифровізація полягає у тому, щоб перейти від комп'ютерних аудиторій, лабораторій до ІЦТ. Застосування ІЦТ у навчанні студентів має носити наскрізний характер і використовуватися у навчанні, насамперед ФТД. Вони сприяють інтенсифікації освітнього процесу, підвищенню рівня сприйняття, засвоєнню знань, забезпечують його адаптивність, керованість, інтерактивність.



Рис. 3.26. Напрями цифровізації студентів педагогічних ЗВО

Важливим для практичної реалізації Концепції (рис. 3.23) є створення умов і сприяння розвитку техногенно-інформаційного суспільства, засобів інформації, «креативного» освітнього середовища та «креативного» ринку. За показниками якості Інтернет-з'єднання, згідно Speedtest.net 2018 р., Україна

займає 79 (із 124) місце, за якістю широкосмугового Інтернету – 47 [128]. Ми розробили схему реалізації принципу стрибкоподібного впровадження ІЦТ у розвитку ІЦК при підготовці майбутніх фахівців ІЦТ (рис. 3.26).

Отже, організація освітнього процесу в умовах цифровізації вимагає забезпечення ступеневої ІЦ та фізико-технічної підготовки майбутніх фахівців ІЦТ у контексті реалізації компетентнісного підходу.

3.4. Інтегративні особливості фізики і технічних дисциплін, робототехніки та мехатроніки, як засіб розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій

Н. О. Брюханова, О. Е. Коваленко, О. О. Мельниченко [36] визначають, що зміст освіти стає інструментом виховання та розвитку у випадку, коли на основі міцних знань він транслюється у свідомість суб'єктів навчання через їхнє цілісне сприйняття. Вирішальна роль належить виявленню інтегративних зв'язків, аналізу доцільності вивчення кожної теми та окремих питань з ФТД майбутніми фахівцями ІЦТ, узгодження ефективних їхніх дій з вивчення наповненого виховними моментами змісту і створення інтегративних курсів. Це сприяє формуванню системних знань, як підґрунтя для формування системи переконань. Зміст і дії набудуть рівня компетентності, коли будуть активно засвоєні, спонукатимуть до рефлексії, оціночних суджень, сприятимуть можливості творчості у діяльності, трансформуючись у нові якості особистості.

У методичній системі розвитку ІЦК (див. п. 4.3) навчальна дисципліна «Мехатроніка в технічних і комп'ютерних системах» у педагогічних ЗВО займає місце однієї з провідних інтегруючих навчальних дисциплін.

Нами доведено (див. розділ 1), що система знань про оточуюче середовище відображає різні форми руху матерії і ґрунтується на інтегративних процесах.

Згідно концепції освітньої діяльності (додаток Б.2) майбутні фахівці ІЦТ мають володіти компетентністю, де сконцентровано ЗУН аналізувати міждисциплінарні зв'язки, насамперед з ФТД, які розвиваються у напрямі інтегрування. До таких дисциплін згідно навчального плану (рис. 3.7,

рис. 3.8) відноситься інженерна і комп'ютерна графіка; електротехніка та промислова електроніка; радіоелектроніка; стандартизація, метрологія та сертифікація; соціально-екологічна безпека життєдіяльності; економічна теорія; машинознавство (за професійним спрямуванням). Їхній предмет вивчення ґрунтується на знаннях природничих наук, центральною з яких є фізика (рис. 3.27). На нашу думку, майбутнім фахівцям ЦТ знання про природничо-наукову КС варто давати в їхній інтегрованій єдності (див. пп. 3.3).

За таких умов розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ (рис. 3.27) вважаємо за доцільне звернути увагу на міжпредметні зв'язки загальнопрофесійних дисциплін [84] та інтегрованих предметів [4].

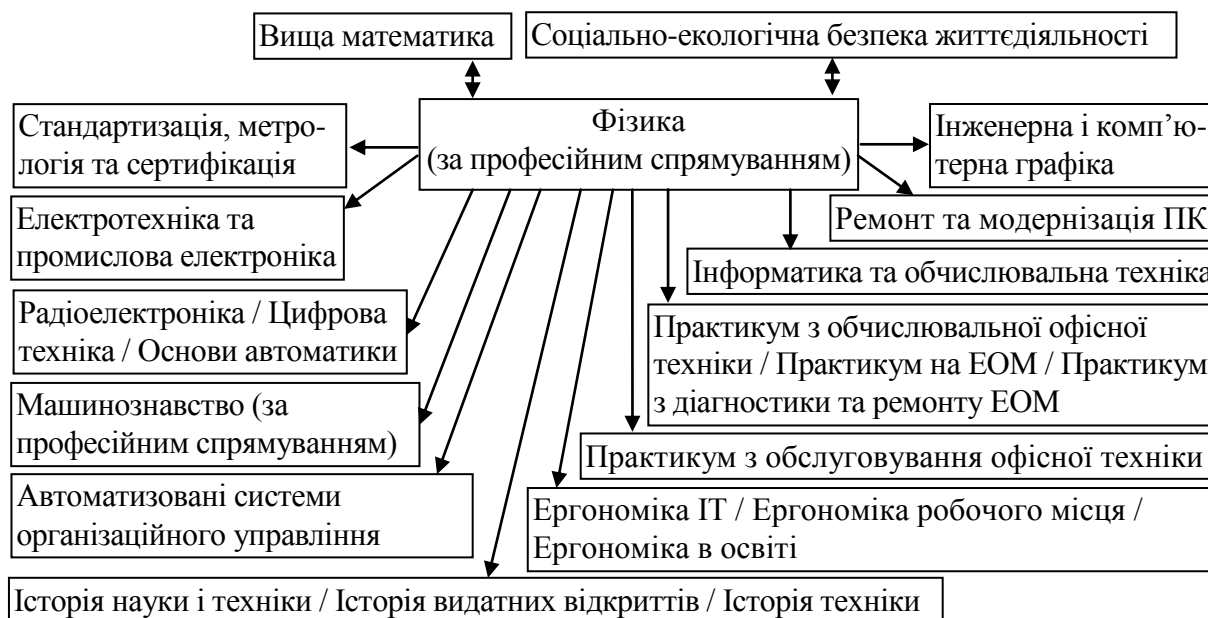


Рис. 3.27. Інтегративні зв'язки ФТД, що забезпечують розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ [106]

Система, де закладено взаємозв'язок механічних, електронних, інформаційних, комп'ютерних елементів, називається *мехатроніка* [93] і включає систему знань з електроніки, пневмо- і гідравтоматики, датчиків і сенсорів. Вивчення функцій електромеханічних пристроїв та оптикомеханіки, конструювання механічних засобів, комп'ютерного конструювання механічних та електронних пристроїв, проектування віртуальних проектів представляє робототехніка. Вивчення перерахованих блоків поєднуються з навчанням інформатики, технологій, фізики, теоретичної механіки, теорії електричних кіл, хімії та ін. Такий підхід забезпечує підготовку фахівців

здатних до проектування та конструювання, створення технологій навчання з виготовлення, дослідження, випробовування, монтажу й модернізації мехатронних засобів і робототехніки для використання їх у практиці.

Виходячи з вимог концепції освітньої діяльності за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)» (додаток Б) і рекомендацій щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти [87, с. 7] підготовка фахівців ЦТ має гарантуватися ефективним освітнім середовищем, де зміст програм, навчальні можливості та ресурсне забезпечення відповідають меті техногенно-інформаційного суспільства.

У дослідженні ми розглянули технологію розвитку ПЦК в інтегративному навчанні ФТД, що ґрунтується в умовах *цифрового мехатронного освітнього середовища* (рис. 3.28). Системи, в основу побудови яких закладено взаємозв'язок механічних, електронних, комп'ютерних блоків, названо структурою цифрового мехатронного освітнього середовища (рис. 3.28), яка включає дев'ять основних блоків: теоретична база, ПЗ, методичне забезпечення, суб'єкти навчання, науково-технічна база, лабораторна база, цифрові системи керування, робототехніка і STEM-освіта. Реалізація структури цього середовища змодельована нами через розробку курсів: «Мехатроніка», «Машинознавство: основи робототехніки» [110], «Концепції сучасної наукової картини світу» [77; 108], «Теорія самоорганізації в педагогічній освіті» [78] для студентів спеціальності 015 Професійна освіта (Цифрові технології) (додаток Д). Матеріальна база, методичне забезпечення, лабораторні роботи [110] створені колективом Лабораторії дидактики фізики, технологій та професійної освіти (<http://ldf-kr.at.ua/>).

Робототехніка як блок середовища має прикладну наукову спрямованість, займається проектуванням, розробкою та використанням роботів і систем контролю за їх роботою на основі сенсорного та електромеханічного зв'язку.

До цифрових систем керування відносять мікроконтролери, сервоконтролери, програмовані логічні контролери, системи числового

програмного керування для навчальних роботів і верстатів, ПК та ін. [57].

Теоретичною базою мехатроніки є знання в області механіки, електроніки, інформатики, мікропроцесорної техніки, комп'ютерного управління рухом машин і агрегатів.

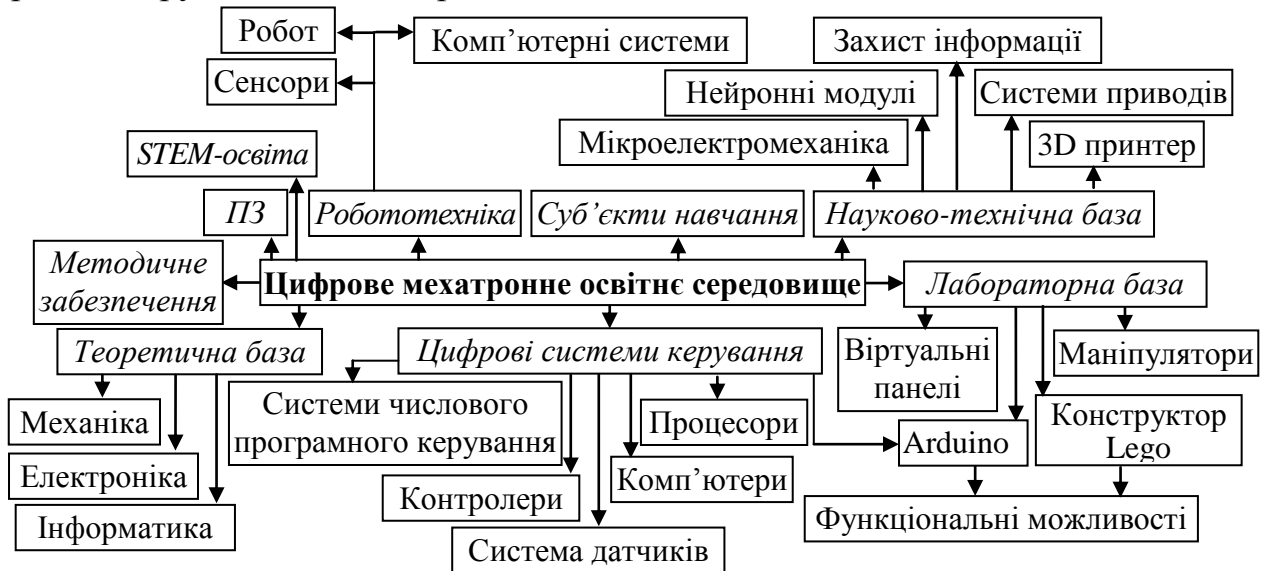


Рис. 3.28. Структура цифрового мехатронного освітнього середовища [106]

Функціональні можливості робототехнічних систем включають проектування, моделювання, конструювання, програмування, налагоджування, впровадження на прикладі конструктора Lego.2 та ін.

Науково-технічний аспект включає тривимірні 3D-технології, квадрокоптер, пристрої з числовим програмним управлінням, інтелектуальні мікроелектронні нейронні модулі, мікроелектромеханічні системи, апаратно-програмне забезпечення, захист інформації, інтелектуальні мікросистемні системи приводів.

До блоку процесорної бази включено Arduino [59] – електронний конструктор і зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв, а також навчальний конструктор робототехніки Lego.2 є зручним для набуття навичок конструювання та використання роботів, і на цій основі розроблена система лабораторних робіт [110].

Датчики є важливим елементом мехатроніки та робототехніки як перетворювач фізичної величини на електричний сигнал.

В умовах цього середовища (рис. 3.28) розвиток ІЦК студентів під час навчання ФТД забезпечується компонентами (рис. 3.6): пояснювально-

ілюстративний, когнітивний, процесуально-мотиваційний, організаційно-конструктивний, емоційно-комунікативний та блоками: результативний, аналітико-коригувальний. Ці компоненти мають показники [106] і реалізуються через модулі мехатроніки та робототехніки, до яких ми віднесли модулі механічного руху, керуючі електронні модулі, логічні інформаційні пристрої, робот [110] та ін. (рис. 3.29). Їх дія ґрунтується на знаннях із фізики та техніки.

Базовим поняттям і об'єктом вивчення при цьому виступає *робот* (чеськ. Robot, від robota – «підневільна праця»), що здійснює запрограмовані механічні операції через електронний автоматичний пристрій [110]. Він здатний за допомогою датчиків забезпечити оцінювання навколишнього середовища і самостійно виконувати наперед задані операції електронною системою, або через оператора в ручному режимі. Робототехніка виникла з розвитком кібернетики (інтелектуальне управління) та функціонуванням багатоланковими механізмами (маніпулятор).

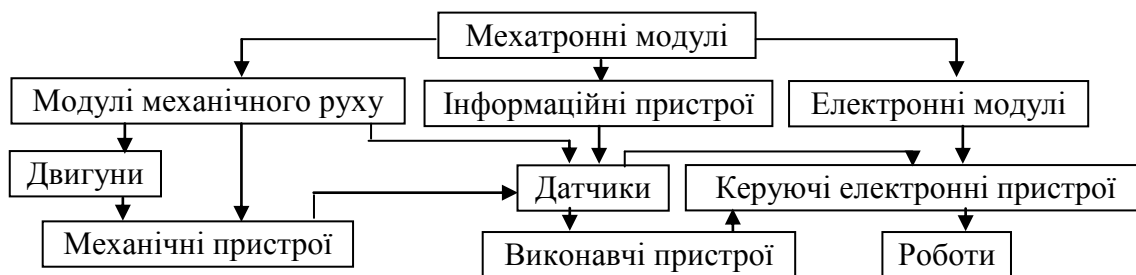


Рис. 3.29. Мехатронні модулі

Еволюція поняття «робот» сягає у давні часи [10; 18; 57; 71; 93; 110] (додаток Ж). Аналіз розвитку робототехніки виявив потребу введення у зміст навчання у ЗВО курсу робототехніки. Це є соціальним замовленням суспільства кінця ХХ ст., що полягає у необхідності підвищення продуктивності праці на виробництві і заміни руки робітника автоматизованим пристроєм.

Для цього потрібні ґрунтовні знання зі статички, аналітичної динаміки, теорії механізмів матричного аналізу, теорії графів для моделювання складних систем, цифрової електроніки, мікропроцесорної техніки та ін.

Міністр освіти та науки України Л. М. Гриневич і Віце-президент The Lego Foundation Каспер Отгоссон Канструп 23 березня 2018 р. підписали меморандум між МОН України та The Lego Foundation про безкоштовне

забезпечення впродовж 2018–2019 рр. наборами LEGO близько 17 тисяч шкіл усієї України. Ці практичні дії визначають актуальність проблеми підготовки майбутніх викладачів, здатних забезпечити освітній процес у ЗЗСО.

Предметом робототехніки є створення роботів різного призначення. Визначено [10; 18; 57; 71; 93; 110; 118] 3 методологічні закони робототехніки (рис. 1.4) та мету застосування робототехніки (рис. 3.30).



Рис. 3.30. Мету освітньої робототехніки

У курсі «Основи робототехніки» [110] робот розглядається як об’єкт вивчення, досліджуються фізичні принципи роботи датчиків, двигунів та інших систем конструктора.

Методична система розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні робототехніки передбачає використання робота як засобу [110]:

– вимірювання в традиційному експерименті. Датчики базового конструктора і додаткові види датчиків (Vernier, HiTechnic), що використовуються як вимірювальна система у фізичному експерименті з обробкою і фіксацією його результатів у різних видах;

– постановки експерименту (роботизований експеримент). Комплексне використання двигунів, систем оповіщення, датчиків, робототехнічного конструктора в демонстраційному і лабораторному експерименті.

– навчального моделювання та конструювання. Застосування освітньої робототехніки в проектно-дослідницькій і конструкторській роботі студентів.

Формуючи методичну систему розвитку ІЦК при навчанні робототехніки майбутніх фахівців ЦТ ми скористалися алгоритмом англійського вченого

М. Шахінпура, який окреслив 9 блоків для навчання робототехніки [118]:

I – охоплює найпростішого маніпуляційного робота, який управляється ПК, визначення його меж застосування, розгляд геометрії маніпулятора, розкриття понять: роздільна здатність, точність, повторюваність, а також висвітлення історії створення робота.

II – розгляд кінематики маніпулятора з урахуванням перетворення координат в уяві Денавіта-Хартенберга. Вона описує обертові й поступальні зв'язки між ланками кінематичного ланцюжка (рис. 3.31) матричним методом побудови послідовних систем координат, що мають розмірність 4×4 .

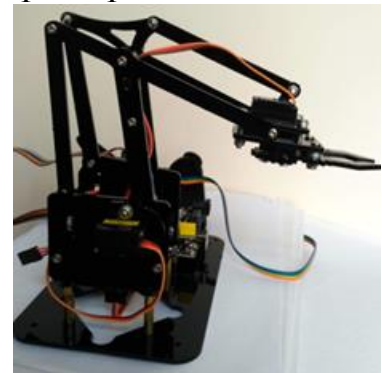
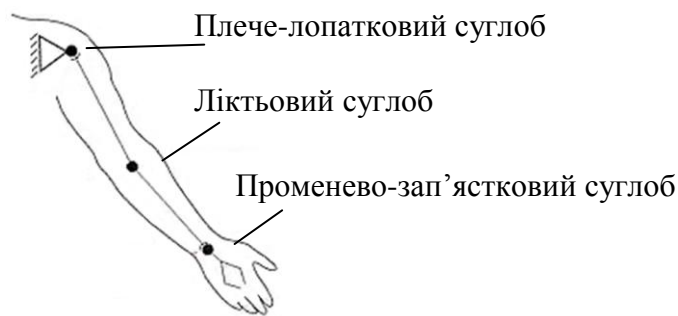


Рис. 3.31. Схема ланок ланцюжка

Досліджується пряма й обернена задачі кінематики. Пряма – передбачає знаходження координат кінця кінематичного ланцюжка за заданими довжинами ланок і кутами між ними. Обернена – полягає у відшуванні кутів між ланками, коли відомі координати кінця кінематичного ланцюжка і довжини ланок.

Маніпулятор – просторовий механізм, що складається з кінематичного кола попарних ланок, які володіють кутовими і поступальними рухами і системою приводів, що закінчуються виконавчим органом. Механіка визначає маніпулятор як систему твердих тіл із ідеальними голономними зв'язками, що мають $3+3$ степенів вільності; робочу зону як простір, куди досягає виконавчий орган; типи з'єднань, що мають поступальну й обертальну степені рухливості; кожна складова забезпечена приводом і датчиками, що фіксують позицію.

III – рухомі об'єкти з рухомих маніпулятором, де на основі диференціальних перетворень розв'язується задача слідкування в роботах за допомогою цифрової телевізійної камери (встановлена на маніпуляторі чи у другому місці).

IV – вивчення математичних основ робочого простору маніпулятора, його

робочих поверхонь та зон з'єднань і планування траєкторії маніпулятора.

V – «Динаміка маніпуляційних роботів» носить ознайомчий характер для студентів, так як пов'язаний з проблемами проектування і керування промисловими процесами за допомогою роботів. Для цього доцільно провести практичні заняття в лабораторії робототехніки та екскурсію на виробництво, де використовуються роботи. Складність теми полягає у вивченні трьох методів одержання рівнянь динаміки маніпулятора: моделювання складних систем за допомогою зв'язних графів; метод Лагранжа; метод Ньютона-Ейлера.

VI – розглядається управління рухом гнучкого маніпулятора, його швидкістю та прискоренням. Послідовність з'ясування процесу наступна: спочатку вивчаються розімкнені та замкнені системи керування маніпулятором; потім розглядається структура підсилення повільних рухів маніпулятора; далі аналізується управління координованих рухів з'єднань і метод керування моментом сил у з'єднаннях маніпулятора.

VII – вивчаються поняття сили, моменту сили, рівновага сил і моментів, обернена задача статyki і піддатливість руху маніпулятора, силомоментні сенсорні системи.

VIII – присвячений опису сенсорних систем, що забезпечують інтелектуальність маніпулятора через його цифрові відеокамери, силомоментні датчики.

IX – передбачає програмування роботів. На початку варто вивчити методи ручного навчання, потім мови програмування та їх еволюцію, ознайомитися з мовами написання програм MINI, WAVE, AL, VAL, AML. Програми збірки включають модулі: установка, тест, створення файлу руху, виконання файлу руху, редагування файлу руху, обернена задача кінематичної системи.

Не дивлячись на все різноманіття роботів, вони всі мають приблизно однакову принципову схему функціонування (рис. 3.32).

Слід звернути увагу студентів на нове для них поняття «процесор», як головний елемент керуючої системи, зокрема ПК. Мікропроцесор уходить до складу цифрової обчислювальної машини та будь-якої «розумної» цифрової техніки. Він призначений для збору і переробки інформації, щоб реалізувати

результат такого аналізу для координації дій інших систем.

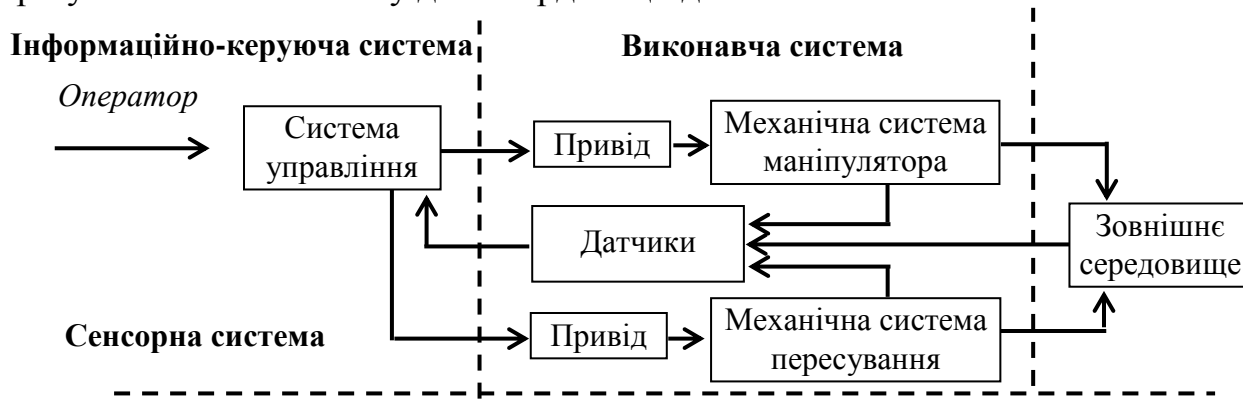


Рис. 3.32. Принципова схема функціонування робота [120, с. 3]

Забезпеченню інтегративних особливостей ФТД, робототехніки та мехатроніки, як засобу розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ сприяють засади STEM-освіти. Впровадження STEM-освіти у розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД має інноваційний ефект [94]. Це є актуальною проблемою і сприяє покращенню їхньої підготовки та рівня сформованості ІЦК. При цьому ми враховуємо, що STEM-освіта передбачає створення засобів інтегративного вивчення споріднених тем, в основному природничих, технічних дисциплін і математики, де формуються ключові, природничо-наукові та предметні компетентності студентів. Крім цього, важливим є аспект, що обсяги навчальної інформації безупинно зростають. Це обумовлює необхідність виокремити і дидактично обґрунтувати інформацію, яка може інтегруватися з різних навчальних дисциплін для ефективного використання, що сприяє розвитку критичного, інженерного та креативного мислення. Особливо це властиве ФТД у напрямі формування узагальнених науково-технічних знань, навичок комунікації, проектній діяльності у групах. Крім набуття ґрунтовних знань цей підхід сприяє генеруванню нових дидактичних і фізико-технічних ідей.

Для узгодження науково-дослідної та навчальної роботи в Україні на урядовому рівні прийнято Концепцію STEM-освіти [39], що передбачає її впровадження і вимагає створення практико орієнтованих методик навчання і сучасних засобів здобування знань, набуття навичок та умінь. Значну увагу формуванню такої методики приділяють Т. С. Плачинда [62],

М. І. Садовий [71], І. А. Сліпухіна [83] та ін. На основі їх теоретичних висновків ми сформуваємо ідеалізовану модель STEM технологій (рис. 3.33) та модель техніко-технологічної КС (рис. 3.28) [94].

Модель STEM-технологій інтегрує фізико-математичний та інженерний аспекти та їх складові (рис. 3.33) та STEM-освітнє середовище (див. п. 4.3).

Технологічно-процесуальна база методики навчання визначеної КС концентрує інтерактивні навчальні ресурси. Ми використали трактування цього поняття І. А. Сліпухіною [84]. На термінал користувача засобами flash технології завантажується електронна база лабораторної звітності, з інтерактивними й імплантованими елементами, гіперпосиланнями. На їхній основі складається звітність, детальна карта проведення дослідження чи експерименту. Тоді паперова звітність не є обов'язковою, все концентрується в інтерактивному кабінеті, до якого, як і до системи завдань має доступ експерт-викладач. До системи завдань ми віднесли наукові, методичні та інженерно-технологічні дані, необхідні для виконання цих завдань, та опис й інструкції до приладів, установок: спектроскопів, мікроскопів, калориметрів, тепловізорів, фотометрів тощо. Вони є невід'ємними компонентами STEM-технології навчання ФТД і виконання лабораторно-дослідних робіт. Визначений підхід дозволяє розробити детальну методику навчання ФТД.

На основі узагальнення досліджень вчених нами сформовано STEM-технологію (рис. 3.33) навчання ФТД, модель STEM-освітнього середовища (рис. Е.9) та модель техніко-технологічної КС (рис. 3.18), як яскравий приклад інтеграції знань. Визначені напрями потребують деталізації, що дає підставу сформулювати методику навчання ФТД засобами STEM-технологій.

У цьому зв'язку навчання засобів тримірною зображення натурних і модельних явищ, процесів має також інноваційний характер. Методика такого підходу ґрунтується на: 1) засвоєнні студентами системи наукових знань про технології сучасного 3D-конструювання та моделювання; 2) набутті вмінь працювати з 3D-принтерами та іншими подібними засобами ІТ; 3) розвитку експериментаторської культури при організації власної

проектної діяльності та плануванні результатів; 4) активізації пізнавальної діяльності студентів, розвитку їхніх інтелектуальних і творчих здібностей, освоєнню професій, що ціняться на ринку праці.

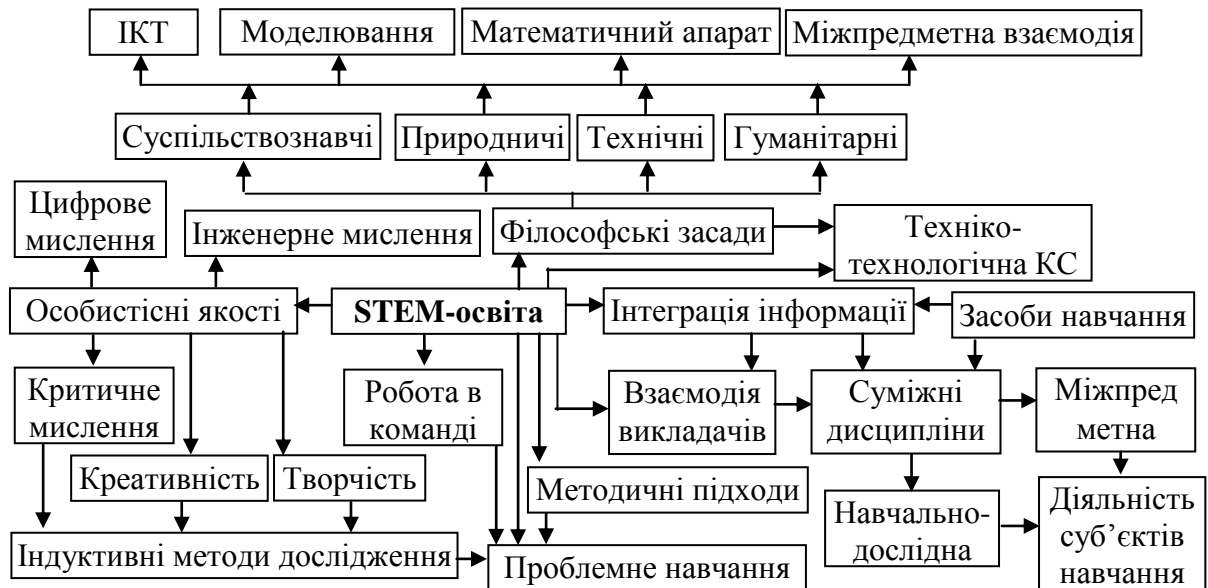


Рис. 3.33. Структурно-логічна схема моделі STEM-технологій [94]

Отже, інтегративні особливості, яких набула наука ХХІ ст. є основою для розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ при навчанні ФТД, робототехніки та мехатроніки. Практична реалізація розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК студентів при навчанні ФТД здійснена через впровадження у навчальні програми спеціальності Професійна освіта (Цифрові технології) курсів «Концепції сучасної наукової картини світу» [77; 108], «Теорія самоорганізації в педагогічній освіті» [78], «Мехатроніка», «Основи робототехніки» та «Машинознавство: основи робототехніки» [110].

Висновки до розділу 3

1. *Розкрито* сучасний стан розвитку цивілізації, що характеризується прискореним НТП, зростанням транскордонної міграції, різновекторними демографічними тенденціями, докорінними змінами у структурі ринку праці [40]. У зв'язку з цим постала необхідність *переглянути* підготовку інженерів-педагогів зі спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» на основі потрібного критерію або триєдиного підходу «освіта – наука – технології», що забезпечує сталий розвиток. Ця концепція будується

на парадигмі триєдиних груп цілей, функції (рис. 3.1).

2. Ми *виділили* у працях В. О. Сухомлинського, А. С. Макаренка, І. Г. Ткаченка компоненти (рис. 3.3), які покладено у технології формування особистості. До них відноситься у вигляді показника фундаментальний принцип розвиваючого виховання й навчання, адже у кожної людини є задатки, талант до певного виду або кількох видів (галузей) діяльності [91, с. 88]. З точки зору сучасності стрімкий розвиток ІЦТ значно розширює можливості викладача виявити та розвивати здібності кожного студента, при цьому за базову основу розвитку ми визначаємо ІЦК, яка в умовах техногенно-інформаційного суспільства з розряду фахових переходить у ключові. Але, на нашу думку, вона *потребує* переосмислення її освітянами відповідно до сучасних умов розвитку техногенно-інформаційного суспільства в Україні.

3. *Окреслена* модель інженерно-педагогічної підготовки фахівця ІЦТ на основі розвитку в нього ІЦК визначає перспективу розвитку ІПО. В цьому зв'язку ми *запропонували* і реалізовували надбудову професійних (інженерних) компонентів над базовим (педагогічним) компонентом, де визначального значення *надаємо* ІЦК. Предметний аспект з його широким спектром спеціальностей слід забезпечити в межах неперервної освіти й упровадження інженерного компоненту. Як підсумок ми *отримали* структурні компоненти моделі підготовки інженера-педагога з врахуванням ІЦК як ключової (рис. 3.6).

4. *Узагальнили* поняття моделі, як такої, що підлягає різноманітним формам системного опису у вигляді структурно-логічної схеми навчання ФТД. На основі визначених закономірностей побудови моделі *сформували* структурно-логічні схеми понять: НКС; загальна структура КС галузі; фізична, біологічна, хімічна, техніко-технологічна КС, сформували етапи розвитку фізичної КС.

5. *Здійснили* 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 і на цій основі *запровадили* послідовні

перегляди та уточнення стану впровадження цифрової компетентності та ЦТ у практику роботи ЗВО та розвиток їх під час навчання ФТД студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)». Останні рекомендації пов'язані з посиленням сприяння для суб'єктів навчання розвитку цифрової грамотності, формування в них свідомого розуміння цифрового середовища та освітніх ресурсів.

Виходячи зі схваленої Кабінетом Міністрів «Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки» та затвердженого плану заходів щодо її реалізації ми *трансформували* визначені принципи на цифровізацію освітньої галузі спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)». Визначена структура є підставою для розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні, насамперед, ФТД. Окреслені елементи *поклали* в основу методичних засад та методики розвитку такої компетентності.

У дослідженні *розглянуто* технологію розвитку ІЦК в інтегративному навчанні ФТД, що ґрунтується в умовах цифрового мехатронного освітнього середовища. До його структури ми *віднесли* сім основних блоків: теоретична база, цифрові системи керування, методичне забезпечення, суб'єкти навчання, ПЗ, науково-технічна база, лабораторна база. Особливе місце *відведено* структурному блоку середовища робототехніка, що має прикладну наукову спрямованість, займається проектуванням, розробкою та використанням роботів і комп'ютерних систем контролю за роботою роботів на основі сенсорного та електромеханічного зворотного зв'язку.

Основні наукові положення розділу викладено в опублікованих працях [51; 74–81; 86; 94–110].

Список використаних джерел до розділу 3

1. Адлер А. Практика и теория индивидуальной психологии / пер. с вем. Москва : Фонд «Закон, грамотность», 1995. 296 с.

2. Алтухов Е.В., Рибалко Л.А., Савченко В.С. Основи інформатики і обчислювальної техніки. Москва: Вища школа, 1992. С. 5–38.
3. Амонашвили Ш.А. Размышления о гуманной педагогике. Москва: Издат. дом Шалвы Амонашвили, 1996. 496 с.
4. Анісімов М.В. Побудова інтегрованих предметів у професійній школі. *Науковий вісник Льотної академії. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький, 2019. Вип. 5. С. 21–28.
5. Богданов І.Т. Теоретичні і методичні засади формування фізико-технічних знань у процесі фахової підготовки майбутніх учителів фізики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П.Драгоманова. Київ, 2010. 453 с.
6. Бондаренко О.А. Освітні вимірювання в діяльності сучасної школи. *Навчально-методичний комплекс для післядипломної освіти педагогічних працівників*. Черкаси, 2017. Ч. II. Навчально-методичний посібник. С. 25.
7. Бондаренко Т.С. Формування готовності до розробки та використання комп'ютерних навчальних систем у майбутніх інженерів-педагогів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2012. 20 с.
8. Бушок Г.Ф., Венгер Е.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе. Київ: Освіта України, 2009. 415 с.
9. Варнавский В.Г. Цифровые технологии и рост мировой экономики. *Дружеровский вестник*. 2015. № 3 (7). С. 73–80.
10. Введение в мехатронику: уч. пособие / А.И. Грабченко, В.Б. Клепиков, В.Л. Доброскок и др. Харьков: НТУ «ХПИ», 2014. 264 с. URL: http://elprivod.nmu.org.ua/files/mehatronics/grabchenko_a_i_i_dr_vvedenie_v_mekhatroniku.pdf (дата звернення: 01.05.2019).
11. Вишинська Г.В. Культурологічний вимір інтеграційних процесів в освітніх практиках. *Педагогічний дискурс*. 2007. Вип. 1. С. 28–31. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk_2007_1_7 (дата звернення: 05.05.2018).
12. Вовкотруб В.П. Теоретичні та методичні основи реалізації вимог ергономіки навчального фізичного експерименту: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2007. 482 с.
13. Вознюк А.В. Педагогическая синергетика: монография. Житомир:

Изд-во ЖГУ им. И. Франко, 2012. 812 с.

14. Вознюк О.В., Дубасенюк О.А. Цільові орієнтири розвитку особистості у системі освіти: інтегративний підхід: монографія. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. 684 с.

15. Гапонцева М.Г. Интегрированный подход в содержании непрерывного естественнонаучного образования: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Екатеринбург, 2002. 214 с.

16. Глобальна мережа GLORIAD. URL: <http://www.gloriad.org/gloriad/index.html> (дата звернення: 16.05.2019).

17. Глобальна освітня мережа Xplora. URL: <http://www.xplora.org/ww/en/pub/xplora/> (дата звернення: 16.05.2019).

18. Глушков В.М., Амосов М.М. Энциклопедия кибернетики: в 2 т. Київ: Вища школа, 1975. Т. 1 (А-М). 607 с.; Т. 2 (М-Я). 620 с.

19. Гончаренко С.У. Формування нелінійного (синергетичного) мислення учнів. *Професійно-технічна освіта*. 2012. № 2. С. 3–7.

20. Горбатюк Р.М., Павх І.І., Луцик І.Б. Застосування інформаційних технологій у процесі професійної підготовки інженерів-педагогів. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2006. № 7. С. 144–149.

21. Гриценко Л.И. Личностно-социальная концепция А.С. Макаренко в современной педагогике (Сравнит. анализ отечеств. и зарубеж. макаренковедения): дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 / Тюмень, 1997. 291 с.

22. Грушевицкая Т.Г., Садохин А.П. Концепции современного естествознания. Москва: Высшая школа, 1998. 278 с.

23. Гура С.О. Організаційно-педагогічні умови адаптації майбутніх інженерів-педагогів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04. Харків, 2004. 22 с.

24. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. Москва: ИНТОР, 1996. 544 с.

25. Дидактика физики: избранные аспекты теории и практики: кол. монограф. / Атаманчук П.С., Губанова А.А., Семерня О.Н., Поведа Т.П., Никорич В.З., Кузнецова С.В.; общ. ред. П.С. Атаманчук. Каменец-

Подольский – Кишинев: ТОВ «Друкарня «Рута», 2019. 336 с.

26. Добронравова И.С. Синергетика как общенаучная исследовательская программа. *Синергетическая парадигма. Когнитивно-коммуникативные стратегии современного научного познания*: книга. Москва: Прогресс-Традиция, 2004. С. 78–87.

27. Долгопол О.О. Особливості оцінювання навчальних досягнень слухачів в закладах післядипломної медичної освіти. *Збірник наукових праць «Педагогіка та психологія»*. Харків, 2016. Вип. 53. С. 58–65.

28. Дольнікова Л.В. Інтегративно-диференційований підхід як засіб єдності теорії та практики у структуруванні змісту навчання. *Педагогічні інновації у фаховій освіті*. Ужгород, 2011. Вип. 2. С. 49–56.

29. Дрогунов С.В. Истина в эволюционной эпистемологии: триединный подход к проблеме анализа и интерпретации. *Філософія і політологія в контексті сучасної культури*. 2014. Вип. 7. С. 60–70.

30. Дьюї Джон. Філософський енциклопедичний словник / ред. кол.: В.І. Шинкарук (голова редколегії) та ін. Київ : Абрис, 2002. 742 с.

31. Заболотний В.Ф. Дидактичні засади застосування мультимедіа у формуванні методичної компетентності майбутніх учителів фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2010. 40 с.

32. Зеер Э.Ф. Концепция инженерно-педагогического образования: проэкт. Свердловск: Свердл. инж.-пед. ин-т, 1989. 27 с.

33. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / под. ред. Б. Дендева. Москва: ИИТО ЮНЕСКО, 2013. 320 с.

34. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания: учебник. Москва: Мир, 2005. 639 с.

35. Ключові компетентності для навчання впродовж життя 2018 – Цифрова компетентність. URL: dystosvita.blogspot.com/2018/01/2018.html?m=1 (дата звернення: 16.05.2019).

36. Коваленко О.Е., Брюханова Н.О., Мельниченко О.О. Теоретичні засади професійної педагогічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів в контексті приєднання України до Болонського процесу: монографія. Харків:

УПА, 2007. 162 с.

37. Козловська І.М. Метапредметна інтеграція як засіб формування змісту професійної освіти. *Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*. Львів, 2009. Ч. 2. С. 71–74.

38. Коломієць Д.І. Активізація пізнавальної діяльності студентів під час проведення практикуму в навчальних майстернях. *Проблеми наступності та інтеграції змісту навчання у системі «школа–ПТУ– ВНЗ»*. Вінниця, 1996. С. 273–275.

39. Концепція STEM-освіти. URL: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf (дата звернення: 01.05.2019).

40. Концепція розвитку педагогічної освіти: Наказ МОНУ від 16 липн. 2018 р. № 776. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-konserpciyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti> (дата звернення: 31.01.2019).

41. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80/ed20180117#n23> (дата звернення: 27.01.2019).

42. Корсак К. Інтегрований курс «Основи сучасного природознавства» як засіб формування синергетичного світобачення студентів. *Вища освіта України*. 2003. № 2. С. 94–99.

43. Кочарян А.Б., Гущина Н.І. Виховання культури користувача Інтернету. Безпека у всесвітній мережі. Київ, 2011. 100 с. URL: <http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/1547/1/Internet.pdf> (дата звернення: 08.09.2019).

44. Кремень В.Г. Освіта і суспільство в парадигмі синергетичного мислення. *Педагогіка і психологія*. 2012. № 2. С. 4–11.

45. Ландэ Д.В., Снарский А.А., Безсуднов И.В. Интернетика: Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы. Москва: Либроком, 2009. 264 с.

46. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. Москва: Мысль, 1965. 345 с.

47. Лурия А.Р. Об историческом развитии познавательных процессов (экспериментально-психологическое исследование). Москва: Наука, 1974. 172 с.

48. Ляшенко О.І. Компетентність як об'єкт оцінювання навчальних досягнень учнів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна.* 2014. Вип. 20. С. 36–39.

49. Ляшенко О.М., Шампанюк Ю.І. Особливості трудової міграції України. *Молодий вчений.* 2016. № 4. С. 125.

50. Мартинюк М.Т., Декарчук М.В., Хитрук В.І. Теоретичні і методичні засади підготовки вчителя фізики в контексті реалізації інтегративного освітньо-галузевого підходу до підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна.* 2013. Вип. 19. С. 299–301.

51. Методика і техніка експерименту з оптики: посібн. для студ. фіз. спец. пед. ВНЗ та вчителів фізики / Садовий М.І., Сергієнко В.П., **Трифорова О.М.**, Сліпучіна І.А., Войтович І.С. Луцьк: Волиньполіграф, 2011. 292 с.

52. Миколу Г., Пригожин І. Самоорганізація в нерівноважних системах. Москва: Світ, 1979. 512 с.

53. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики: пособ. для учителей. Изд 2-е перераб. Москва: Просвещение, 1976. 158 с.

54. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе: пособие для учителей. Москва: Просвещение, 1977. 168 с.

55. Ничкало Н.Г. Развитие в Украине исследований по проблемам педагогики и психологии профессионального образования на рубеже столетий. К.: Науковий світ, 2001. 67 с.

56. Опанасюк А.С. Сучасна фізична картина світу: навч. посібн. Суми: Вид-во Сум ДУ, 2005. 328 с.

57. Орловський Б.В. Мехатроніка в галузевому машинобудуванні: навч. посіб. Київ: КНУТД, 2018. 416 с.

58. Осипова И.В., Черепанов М.А. Реализация принципа интеграции при подготовке педагога профессионального обучения. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/42055735.pdf> (дата обращения: 31.01.2019).

59. Остапчук С.А., Садовий М.І. До проблеми використання платформи Arduino у вивченні робототехніки. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2018. Вип. 168. С. 178–181.
60. Педагогика / Бабанский Ю.К., Слостенин В.А., Сорокин Н.А. и др. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва: Просвещение, 1988. 478 с.
61. Пиаже Ж. Избранные психологические труды; пер. с франц. Москва: Просвещение, 1969. 659 с.
62. Плачинда Т.С., Урсол О.В. Доцільність впровадження stem-освіти в навчальний процес ЗВО. *Науковий вісник Львівської академії. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 5. С. 407–414.
63. Поликарпов В.С. Философия безопасности / отв. ред. Ю.Г. Волков. Ростов н/Д-Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. 168 с.
64. Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки: Закон України від 09 січня 2007 р. № 537-V. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/537-16> (дата звернення: 01.02.2019).
65. Про стандартизацію: Закон України від 03 січн. 2015 р. № 31, ст. 1058. *Відомості Верховної Ради*, 2014.
66. Растьогін М.Ю. Формування уявлень фізичної картини світу в учнів основної школи у процесі навчання фізики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 (наук. кер.: В.Д. Шарко) / НПУ імені М.П. Драгоманова. Київ, 2012. 252 с.
67. Рибак С.М. Міжпредметні зв'язки природничо-математичних і спеціальних дисциплін у підготовці вчителя фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2006. 19 с.
68. Рудометов Е., Рудометов В. Архитектура ПК, комплектующие, мультимедиа. Санкт-Петербург: Питер, 2000. 416 с.
69. Садовий М.І. Використання синергетики у навчанні фізики. *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ, 2011. Вип. 27. С. 268–274.
70. Садовий М.І. Виступ. *Національна інноваційна система України: проблеми формування та реалізації*: матеріали парлам. слухань у Верх. Раді України 20 червня 2007 р. Київ: Парламентське вид-во, 2007. С. 42–43.

71. Садовий М.І. Мехатроніка, як складова STEM-освіти у навчанні. *Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін*: зб. матер. І Міжнар. наук.-практ. конф. 16–17 трав. 2018 р., Кропивницький, 2018. С. 123–126.

72. Садовий М.І. Наукові школи в Україні: наук.-метод. матеріали. Кіровоград: Прінт-Імідж, 2002. 21 с.

73. Садовий М.І. Теоретичні і методичні основи становлення і розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2001. 517 с.

74. Садовий М.І., Вовкотруб В.П., **Трифенова 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.

75. Садовий М.І., **Трифенова 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.

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

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

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

79. Садовий М.І., **Трифенова 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.

80. Садовий М.І., **Трифенова 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.

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

82. Сергієнко В.П. Теоретичні і методичні засади навчання загальної фізики в системі фахової підготовки вчителя: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ імені М. П. Драгоманова. Київ, 2004. 516 с.

83. Сліпухіна І.А. Теоретико-методичні засади формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / НПУ імені М.П. Драгоманова. Київ, 2015. 472 с.

84. Сліпухіна І.А., Точиліна Т.М. Трансформація фундаментальних дисциплін в умовах стандартизації вищої технічної освіти. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2014. Вип. 66. С. 389–394. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znppn_2014_66_71 (дата звернення: 27.05.2019).

85. Слюсаренко В.В. Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02. / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2016. 272 с.

86. Слюсаренко В.В., Садовый 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.

87. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG). Київ: ТОВ «ЦС», 2015. 32 с.

88. Степин В.С., Кузнецова Л.Ф. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации. Москва: ИФРАН, 1994. 274 с.

89. Структура ИКТ-компетентности учителей: рекомендации ЮНЕСКО / United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Редакция 2.0. Русский перевод. Париж: ЮНЕСКО, 2011. VIII. 109 с. URL: <http://iteach.com.ua/files/content/5EDCFd01.pdf> (дата звернення: 16.05.2019).

90. Стучинська Н.В. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Інститут педагогіки АПН України. Київ, 2009. 483 с.

91. Сухомлинський В.О. Вибрані твори: в 5-ти томах. Київ: Радянська школа, 1976. Т. 5. С. 80–589.

92. Таненбаум Ендрю. Компьютерные сети = Computer networks. Изд. 5-е. Санкт-Петербург: Питер, 2014. 991 с.

93. Тверитникова О.Є., Посвятенко Н.І., Мельник Т.В. Нариси історії розвитку прикладних технічних наук в Україні. З досвіду Харківського політехнічного інституту : монографія; за заг. ред. Е.К. Посвятенко. Харків : НТУ «ХП», 2015. 272 с.

94. Трифонова О.М. STEM середовище навчання фізико-технічних дисциплін. *Зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 37–41. URL: <http://journals.urau.ua/index.php/2307-4507> (дата звернення: 03.06.2019).

95. 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.

96. 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 верес. 2018 р. Херсон: Вид-во ХДУ, 2018. С. 126–127.*

97. 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.

98. 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.

99. 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.

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

101. 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.

102. 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.

103. 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.

104. 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.

105. 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.

106. 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 (Сумський держ. пед. ун-т імені А.С.Макаренка)*. Суми, 2019, № 6 (90). С. 161–174.

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

108. 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.

109. 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.

110. Трифонова О.М., Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 120 с.

111. Узнадзе Д.Н. Психологические исследования. Москва: Наука, 1966. 452 с.

112. Ушинский К.Д. Собрание сочинений: в 11 т. Москва-Ленинград, 1949. Т. 6. С. 267–268.

113. Фіцула М.М. Педагогіка: навч. посіб. для студ. вищ. пед. закл. осв. Київ: Академія, 2001. 528 с.

114. Хоменко О.В. Текст як засіб формування словотворчої компетентності учнів основної школи. *Педагогічні науки (ХДУ)*. Херсон, 2008. Вип. 48. С. 103–106.

115. Хомутенко М.В. Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / ЦДПУ ім. В. Винниченка. Кропивницький, 2018. 397 с.

116. Цикин В.А., Брижатый А.В. Синергетика и образование: новые подходы: монография. Сумы: СумДПУ, 2005. С. 7–44.

117. Цырельчук Н.А. Квалификационно-содержательная модель профессии «инженер-педагог». *Образовательные технологии в подготовке специалистов*. Минск: МГВРК, 2003. Ч. 2. С. 255–267.
118. Шахинпур М. Курс робототехники / пер. с англ. Москва: Мир, 1990. 527 с.
119. Щукина Г.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. Москва: Просвещение, 1979. 160 с.
120. Юревич Е.И. Основы робототехники. Изд. 4-е. Петербург: БХВ-Петербург, 2018. 304 с.
121. Ягупов В.В. Педагогіка: навч. посіб. Київ: Либідь, 2002. 560 с.
122. Якиманська И.С. Технология личностно-ориентированного обучения в современной школе. Москва: Сентябрь, 2000. 300 с.
123. Яковлев Е.В., Яковлева Н.О. Педагогическая концепция: методологические аспекты построения. Москва: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2006. 239 с.
124. Ящун Т.В., Громов Є.В., Сажко Г.І. Формування віртуального інформаційно-освітнього середовища на базі хмарних технологій: стан проблеми. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти (УІПА)*. Харків, 2015. Вип. 47. С. 110–116.
125. GEANT3: вікно в Європу. *Дзеркало тижня*. № 40 (719), 25 жовтня 2008. С. 3.
126. Klaus G. Kybernetik in philosophischer Sicht. *Arzt u. Philosophic*. Berlin, 1961. S. 245.
127. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing (Draft). *Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Special Publication 800-145 (Draft)*. 2011. P. 1–3.
128. Speedtest. URL: <https://www.speedtest.net/> (дата звернення 08.09.2019).
129. STEM Innovation Task Force (2014). STEM 2.0 – An Imperative For Our Future Workforce. Retrieved on June 12, 2015. URL: <http://stemconnector.org/sitf> (дата звернення: 03.06.2019).
130. Stock D., Perisic O., Lowe J. Robotic nanolitre protein crystallisation at the MRC Laboratory of Molecular Biology. 2005. № 88 (3). С. 311–327.

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ І ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

4.1. Компоненти інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій в умовах цифровізації суспільства

Методологічний аналіз [162] процесу розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ у навчанні ФТД показав, що такий розвиток властивий техногенно-інформаційному суспільству [124] та ідеям сталого розвитку (див. п. 2.1).

Указом Президента України від 25.06.2013 № 344/2013 схвалена Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 рр. «система освіти в сучасних умовах із урахуванням кардинальних змін у всіх сферах суспільного життя ХХІ ст. вимагає осмислення досягнутого та зосередження зусиль і ресурсів на розв’язанні гострих проблем, які стримують розвиток, не дають можливості забезпечити нову якість освіти» [108, с. 7]. У завданнях зазначено: «впровадження сучасних ІКТ, що забезпечують удосконалення освітнього процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві; повільне здійснення гуманізації, екологізації та інформатизації системи освіти, впровадження в освітній процес інноваційних та ІКТ; визначення професій, спеціальностей і кваліфікацій з підготовки фахівців для сфери ІКТ; забезпечення створення умов для розвитку індустрії сучасних засобів навчання (навчально-методичних, електронних, технічних, ІК тощо)» [108].

Розпорядженням Кабінету Міністрів від 17.01.2018 № 67-р [68] введена в дію Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки, якою окреслено завдання з цифровізації освіти в Україні:

– виявлення освітянських ресурсів і створення цифрових для вільного доступу ЗВО й суб’єктів навчання до джерельної бази;

- формування інноваційних засобів цифровізації: мультимедійні класи, науково-дослідні STEM-центри, інклюзивні класи, класи змішаного навчання;
- доступ до широкосмугового Інтернету в освітньому середовищі ЗВО;
- упровадження дистанційної форми освіти з використанням інноваційних технологій та ін.

На основі визначених проблем ми окреслили зміст і структуру ІЦК [162], використання зарубіжного [230; 231; 232; 235] і вітчизняного досвіду [88; 138; 148; 192; 200, с. 16–17] в процесі розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ.

Враховуючи окреслені завдання перед закладами освіти постає проблема впровадження цифровізації. Ми розглянули основне поняття цифровізації – структуру цифрової освіти, до якої ми віднесли 6 компонентів (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Компоненти впровадження цифрової освіти

Нами здійснено аналіз змісту журналу «Інформаційні технології і засоби навчання» (<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/archive>) Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України за 2015 – 2019 роки на предмет виявлення стану педагогічних досліджень із інформаційно-комп'ютерної (інформаційної, інфомаційно-технологічної), ІК, ІЦ (цифрової) технологій та компетентностей (додаток А.3). Всього виявлено 100 статей, які написали 219 авторів (табл. 4.1). Проблемам інформатики, інформаційно-комп'ютерним технологіям приділили увагу 37 авторів у 20 статтях; ІК та комп'ютерно-зорієнтовані технології досліджували 139 авторів у 67 статтях; питання цифровізації розглянуто у 13 статтях 43 авторами.

У розрізі кожного підрозділу статті можна поділити на присвячені: проблемам інформатики 14 (21 автор), комп'ютерних технологій 6 статей (16 авторів), ІКТ з усіх галузей 46 статей (91 автор), комп'ютерно-зорієнтованим технологіям 16 статей (41 автор), використання ІКТ у навчанні

ФТД 5 статей (7 авторів). Про ЦТ у наукових дослідженнях згадується починаючи з кінця ХХ ст. У цьому журналі проблемам ІЦТ увага приділена у 6 статтях (21 автор), цифровізації ФТД у 2 статтях (2 автори), ІЦК у 5 статтях (20 авторів). Загалом простежується тенденція до збільшення кількості статей, що друкуються в журналі з проблем інформатизації та цифровізації (табл. 4.1). У 2019 р. майже у двічі більше статей надруковано з проблеми цифровізації в порівнянні з попередніми роками. Але у більшості статей розглядаються загальні та теоретичні питання і бракує прикладної спрямованості досліджень щодо цифровізації освітнього процесу з ФТД. Недостатня кількість статей та авторів, що займаються проблемами цифровізації свідчить про початковий етап розвитку цієї галузі.

Таблиця 4.1

Розподіл статей / авторів за галузями

Рік	Інформаційно-комп'ютерні		ІКТ, комп'ютерно-зорієнтовані технології			Цифровізація, технології, компетентність			За роками
	ІТ	КТ	ІТ	КЗТ	ФТД	ІЦТ	ЦТ	ІЦК	
2015	1/1	1/1	6/7	2/5	2/3			1/3	13/20
2016	4/5	1/2	9/10	2/6	1/1		1/1		18/25
2017	4/4	1/1	9/19	2/2		1/2			17/28
2018			9/25	3/6	1/1	2/10	1/1	2/10	18/53
2019	5/11	3/12	13/30	7/22	1/2	3/9		2/7	34/93
Всього	14/21	6/16	46/91	16/41	5/7	6/21	2/2	5/20	100/219
Разом	20/37		67/139			13/43			100/219

ІТ – інформаційні технології; КТ – комп'ютерні технології; ФТД – фізика і технічні дисципліни; КЗТ – комп'ютерно-зорієнтовані технології; ІЦТ – інформаційно-цифрові технології; ІЦК – інформаційно-цифрова компетентність; ЦТ – цифрові технології

Проведені нами дослідження [170] (додаток А.3) показали, що вивченню питання конкретного означення чи тлумаченням теоретичних понять інформаційної, інформативної, ІК, цифрової та ІЦК, присвячені дослідження: В. Ю. Бикова [99], П. В. Беспалова [8], Н. І. Гендіна [31], О. О. Гриценчук, С. О. Дружилова, М. І. Жалдака [48], І. В. Іванюка, Н. І. Колкова [31], В. В. Котенко, О. Є. Кравчини, М. П. Лещенка, І. Д. Малицької, В. Мидоро [93], Н. В. Морзе, О. С. Мартинюка [89], Н. Х. Насирова [97], О. В. Овчарук [99, с. 11], І. Л. Перестороніної, І. Л. Скіпор [31], Є. М. Смирнова-Трибульська, Л. Г. Собко, Н. В. Сороко, О. М. Спіріна [149], Л. І. Тимчук, А. В. Хуторського [99] та ін. (ІК компетентність); М. С. Головань [33], С. Г. Литвинової [82],

Ю. С. Рамського [115] (інформатична та ІК); К. В. Власенко [23], І. В. Сітак [23], О. О. Чумак [23] (інформатична); С. С. Зелінський [52] (інформативна); С. М. Амеліна [3], Р. О. Тарасенко [3; 152] (інформаційна).

А. М. Костюченко, О. А. Фурман [194] вважають, що ІК-компетентність є здатністю орієнтуватися в інформаційному просторі, одержувати, накопичувати інформацію й оперувати нею відповідно до поставлених цілей сучасного суспільства. ІК-компетентності поділяється на три, що відповідають окремим видам діяльності студентів: загальна, діагностична, предметно-орієнтована.

П. В. Беспалов розглядає ІК-компетентність як інтегральну характеристику суб'єктів навчання. Мотивація навчальної діяльності, активізація розумової діяльності в освітньому процесі здійснюється через використання комп'ютерної техніки, та формуються прийоми алгоритмічного мислення [8].

В. М. Ракута ІК-компетентність розглядає як сукупність ЗУН і досвіду діяльності. Саме її наявність, є визначальною у професійних функціях [114].

М. Б. Лебедева та О. М. Шилова [80] досліджували використання ІКТ для розв'язання навчальних, життєвих, професійних завдань.

Готовність і здатність суб'єктів навчання самостійно використовувати ІКТ у професійній діяльності розглядали Л. М. Горбунова й А. М. Семибратов [35].

Формування з використанням ІКТ ключових компетентностей, здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, оперувати інформацією вивчала Н. В. Морзе та ін. [96].

На основі досліджень поняття професійної компетентності вітчизняними вченими ми виокремили її якість, яка позначається як компетентність у галузі ІТ, що набуває різного трактування: Ю. О. Дорошенко [43] розглядає інформатичну компетентність; інформаційно-технологічну досліджують В. В. Готтинг, А. М. Гуржій, Л. А. Карташова, В. В. Лапінський [36; 40]; інформаційно-комунікаційна розглядає О. М. Спірін і його послідовники [149]; ІЦК досліджується колективом очолюваним В. Ю. Биковим [9].

Отже, у науково-педагогічних дослідженнях поняття ІК-компетентності трактується по-різному (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Визначення поняття «інформаційно-комунікаційна компетентність»

Автор / нормативний документ	ІК-компетентність
Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти	Здатність суб'єктів навчання використовувати ІКТ та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань.
Беспалов П.В.	Здатність до засвоєння відповідних знань і розв'язування задач в навчальній і професійній діяльності за допомогою комп'ютера [8]. Вважає це поняття інтегральною характеристикою особи.
Гендіна Н.І., Колкова Н.І., Скіпор І.Л.	Здатність особистості орієнтуватися у потоці інформації, уміння працювати з різними видами даних, знаходити та відбирати необхідний матеріал, класифікувати його, узагальнювати, критично до нього ставитися, на основі здобутих знань вирішувати будь-яку інформаційну потребу, пов'язану з професійною діяльністю [31].
Литвинова С.Г.	Здатність використовувати ІКТ на практиці в інформаційно-освітньому просторі, згідно з професійними, власними та суспільними потребами [82].
Насирова Н.Х.	Мотивація, потреба й інтерес до отримання ЗУН у галузі технічних, програмних засобів й інформації [97].
Овчарук О.В.	Здатність людини орієнтуватися в інформаційному просторі, оперувати даними на основі використання сучасних ІКТ відповідно до потреб ринку праці та для ефективного виконання професійних обов'язків. Ця категорія має включати ціннісні орієнтації: критичний погляд і критичний аналіз відомостей і даних, що складають зміст, отриманий з різних джерел і за допомогою ІКТ [99, с. 11].
Ракута В. М.	Сукупність знань, умінь і досвіду діяльності [114].
Спірін О.М.	Підтверджена здатність особистості автономно і відповідально застосовувати на практиці ІКТ для задоволення власних, індивідуальних потреб і розв'язування суспільно-значущих, зокрема, професійних, задач у певній предметній галузі або виді діяльності [149].

На основі узагальнень досліджень вчених (табл. 4.1, додаток А.3) ми прийшли до висновку [162], що під ІК та ІЦ-компетентністю науковці розуміють здатність інженера-педагога здійснювати інформаційну діяльність:

- знати способи, створювати, обробляти, передавати інформацію та формувати науково обгрунтоване інформаційно-методичне забезпечення освітньої діяльності;

- визначати критерії оцінки освітніх електронних видання в мережах;

- створювати комунікаційну та інформаційну взаємодію між учасниками освітнього процесу.

Кінець ХХ – ХХІ ст. характеризуються впровадженням ІКТ в освітній процес. Відповідно виникла проблема дослідження ІК-компетентності (табл. 4.2).

В епоху цифровізації є проблема пов'язана з нововведеннями техніки [88]. Традиційні технічні пристрої вдосконалюються й виникає новий функціонал. Нині постала потреба значні масиви інформації перенести з локальних носіїв у «хмару». Особливістю цифрового етапу розвитку суспільства є можливість отримувати актуальні дані у будь-який час за умови доступу до Інтернету.

Міа Карлсон термін «цифрова компетентність» пов'язує з поняттями компетентності, мережами (network), інтернетівськими хмарами (internet-competency) та мультимедіями (multy media) [224].

Перспективність формування цифрової компетентності Європейська комісія визнала ще у 2006 р. як ключової. Вона пов'язана зі здатністю упевнено, критично і творчо використовувати ІКТ для досягнення поставлених цілей [219, с. 1; 99, с. 9].

Дослідники О. О. Гриценчук, І. В. Іванюк, О. Є. Кравчина, І. Д. Малицька, О. В. Овчарук, Н. В. Сороко визначають, що в Європі (Велика Британія, Латвія, Литва, Естонія, Норвегія, Нідерланди, Словенія) існує низка програм, що орієнтовані на підвищення кваліфікації викладача з цифрової компетентності. Основна увага у цих програмах приділяється саморозвитку й удосконаленню практичної професійної діяльності суб'єктів навчання, застосуванню цифрових засобів і створенню цифрового освітнього середовища [45].

Домінує точка зору, що «Цифрова компетентність – це здатність використовувати цифрові медіа й ІКТ, розуміти і критично оцінювати різні аспекти цифрових медіа та медіа контенту, а також уміти ефективно комунікувати в різноманітних контекстах» [214].

Цінним є зарубіжний досвід формування у суб'єктів навчання ІЦК [38; 218; 225; 236; 237; 240]. Dig Comp 2.0 визначає основні компоненти цифрової компетенції у 5 областях (додаток Б.3). Рамка Dig Comp [217] була схвалена представниками держав-членів ЄС у тематичній робочій групі Програма освіти та навчання 2020 «ІКТ та освіта». Деякі держави-члени вже використовують Dig Comp різними способами, а також мають різні європейські реалізації (<https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/implementation>).

Узагальнення змісту таблиць 4.1, 4.2, рис. 4.1 та додатку Б.3, опису структури і змісту компонентів інформаційної, інформаційно-комунікаційної, цифрової компетентності дав змогу визначити компоненти *інформаційно-цифрової компетентності* (рис. 4.2) [159; 170]. Виходячи з приведеного аналізу ми встановили, що ототожнювати інформаційно-комунікативну й ІЦК не можна, це різні речі, комунікативна складова вказує на здатність спілкування, а цифрова на засоби (зокрема цифрові) для забезпечення обігу інформації.



Рис. 4.2. Компоненти ІЦК майбутніх фахівців ЦТ

У цифровому виді студенти не досягають весь інформаційний ресурс [160; 162] загалом. Неможливо скористатися особливостями запам'ятовування зовнішнього вигляду джерела інформації. Доводиться відмовлятися від пошуку джерела інформації за зовнішніми ознаками і переходити до використання нових методів. За цих умов важливого значення набуває фактор *систематизації* інформації представленої у цифровому форматі: а) можливість пошуку інформації за ключовими словами; б) логічність розміщення файлів у папках; в) логічність побудови рубрик на сайтах.

Такий підхід значно прискорює процес пошуку інформації, забезпечує максимальний доступ до всього інформаційного масиву, що затребуваний користувачем. За цих умов актуальним питанням є виявлення структури та змісту *інформаційно-цифрових ресурсів*.

У 2012 р. МОН України розроблено «Положення про електронні освітні ресурси» [105], яке визначає поняття електронних освітніх ресурсів (навчальні, наукові, інформаційні, довідкові матеріали та засоби, розроблені в електронній формі та представлені на носіях будь-якого типу або розміщені у комп'ютерних мережах, які відтворюються за допомогою електронних цифрових технічних засобів і необхідні для ефективно організації освітнього процесу, в частині, що стосується його наповнення якісними навчально-методичними матеріалами), їхні види, порядок розроблення та впровадження.

В. Т. Воронін вважає, що загальний зміст дефініції: «ресурси – це умови, необхідні для реалізації яких-небудь процесів» [27, с. 63].

Дослідник О. О. Сербін цифрові інформаційні ресурси розглядає як нематеріальні ресурси, створені на основі організаційного оформлення сукупності відомостей, які зібрані, опрацьовані, зберігаються і передаються за допомогою електронних, програмних і мережових засобів, функціонують в режимі онлайн і використовуються для підвищення ефективності управління в усіх сферах життєдіяльності суспільства [139].

Поняття ресурсного підходу до навчання фізики ґрунтовно розробляє наукова школа під керівництвом М. І. Садового [151], як сукупність

об'єктивно існуючих умов і засобів, необхідних для досягнення мети. Алгоритм таких процесів має наступну структуру: *ресурс* → *процес* → *результат*. Розглядаючи запропоновані ними [123; 124; 135; 145; 151] типи ресурсів навчання фізики ми окреслили структуру ІЦ ресурсів навчання ФТД у процесі підготовки майбутніх фахівців ЦТ (рис. 4.3).

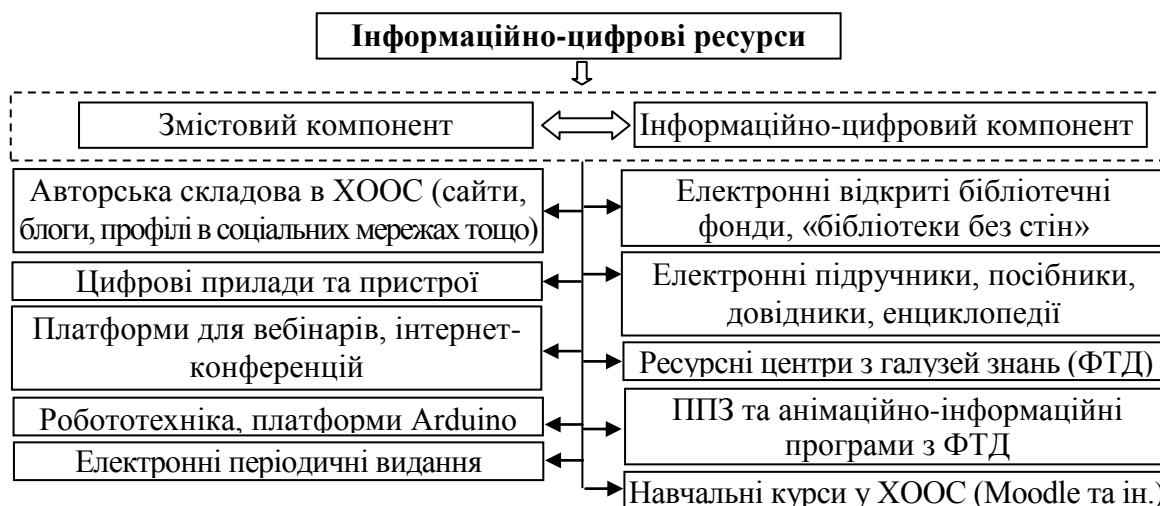


Рис. 4.3. Структура цифрових ресурсів [157; 160]

При цьому варто враховувати вимоги до всіх типів інформаційних джерел і цифрових ресурсів стосовно ідентифікації, експлуатації, індексації, інформаційних зв'язків, класифікації.

Нами окреслені типи ресурсів і розкрито їхній зміст у застосуванні до розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД (додаток А).

Структура ІЦ ресурсів [160] взаємопов'язана з основних компонентами ІЦК (рис. 4.2; додаток Б.3), структурою цифрових ресурсів (рис. 4.3) і містить:

- інформаційний компонент показує вагомість, придатність та можливість використання ІЦ ресурсу в освітньому процесі;
- цифровий компонент забезпечує знаходження, зберігання, обробку, передачу наукової або навчальної інформації у цифровому форматі.

Інтегративний компонент: інформація ↔ цифровізація в навчанні ФТД майбутніх фахівців КТ визначає шлях розвитку ІЦК.

Нинішній стан еволюції людства близький до критичного. Р. С. Гуревич, К. К. Колін визначають, що час інформаційного оновлення людського суспільства менший за час біологічної зміни поколінь [39; 60]. Тобто

сумарний об'єм інформації, який накопичило суспільство сумірний об'єму його генетичної інформації. В зв'язку з цим перед ЗВО та ЗСО стоїть завдання усвідомлення суб'єктами навчання того факту, що за активний період їхньої життєдіяльності необхідно 3–5 разів змінити галузь професійної діяльності, відповідно більше половини нині невідомих випускникам ЗВО знань доведеться самостійно здобувати, щоб бути конкурентоздатним. Цьому сприяє тенденція глобалізації світової економіки, інтернаціоналізація фінансових ресурсів, доступність і відкритість інформації та ін.

Інформатизація внесла суттєві корективи у всі сфери людської діяльності. Це дає підставу стверджувати, що на планеті Земля створюється інформаційне середовище – автоматизована інфорсфера. Звідси випливають передбачення, що через 10–15 років третина сучасних спеціальностей зникнуть. Виникають проблеми: інформаційної нерівності, інформаційних війн, інформаційно-психологічної безпеки. В галузі освіти виникає суперечність між «цифровим» студентом і «нецифровим» викладачем, цифровою та традиційною технікою, оцифрованими та традиційними засобами навчання та ін.

Формування в Україні інформаційного суспільства передбачає створення відкритої і доступної всім глобальної сфери дистанційного навчання, що відповідає вимогам Всесвітньої декларації ЮНЕСКО про вищу освіту [222].

Парадигма освіти XXI ст. має забезпечити створення інформаційного продукту, що дозволяє формувати ЗУН для безпосереднього розв'язання життєвих проблем глобалізованого суспільства та навчання впродовж всього життя. В основі такої парадигми лежить концепція електронізації освітнього процесу – e-Learning. Мова не про вивчення теорії технологій і концепцій, а про практичне використання, застосування їх у практичній діяльності освітян, тобто перехід від ІКТ до ЦТ. Ми узагальнили зарубіжний та вітчизняний досвід електронізації освітнього процесу [10; 12; 20; 41; 78] та сформуvalи *концепцію електронізації та цифровізації* [162], яка, на нашу думку, має базуватися на апробованих практикою засадах:

- освітнє середовище ЗВО є вільним і доступним до ЦТ;

- апробована система підготовки кадрів формує фахівця здатного до оволодіння ІЦТ і підготовленого до використання цифровою технікою;
- студенти мотивовано забезпечені пропедевтичною (базовою) теоретичною і практичною підготовкою в галузі ІТ, ЦТ;
- створена стабільна ситуація дидактичної готовності суб'єктів навчання з переходу до використання поряд з аналоговими цифрових технологій;
- сформована методична система трансформації електронної цифрової інформації та сіткової складової до освітнього процесу ЗВО.

У ході педагогічного експерименту здійснена реалізація визначених засад, що є підставою до більш глобальних психологічних і спеціальних досліджень з урахуванням фаху, що в системі комунікацій «людина – людина» вербальна складова досягає 35 %, а невербальна – 65 % [162].

Специфіку підготовки професійних фахівців за таких умов розглядають Т. С. Бондаренко [12], Т. В. Волкова [26], Р. М. Горбатюк [54], Є. В. Громов [210], В. В. Кабак [54], Г. К. Кожевников [12], Г. І. Сажко [137], В. І. Шеховцова [137], Т. В. Ящун [210] та ін. При цьому єдиного системного підходу до окреслення проблем удосконалення методики навчання ФТД у процесі підготовки майбутніх інженерів-педагогів в аспекті формування ІЦК цілісно зроблено не було. Вихід із ситуації вони вбачають в активізації впровадження інноваційних процесів у галузі професійної освіти, комплексному впровадженні ЦТ у процес підготовки кваліфікації кадрів.

Ю. С. Жарких, С. В. Лисоченко, М. І. Садовий, Б. А. Сусь, О. В. Третьак [62; 132] визначають тенденцію розвитку сучасного суспільства і визначили, що здобування освіти становить істотну (до 20 років) частину життя людини. Одночасно НТП лавинно нарощує обсяг знань, опанування якими за рахунок збільшення тривалості навчання стає неможливим. Розв'язання проблеми вчені вбачають у [62] впровадженні в освіту інноваційних технологій. У зв'язку з цим особливе місце в сучасній системі навчання відводиться ЦТ.

Т. В. Волкова [26] виділяє існуючі інформаційні системи міжнародної інтеграції, насамперед у розв'язанні стратегічних завдань: розвиток системи

неперервної освіти, пріоритетне впровадження в освіту досягнень НТП, науково-методична перебудова всіх форм навчання з урахуванням нових ІТ.

У своїх дослідженнях Т. В. Бодненко [10] встановлює, що розрив між рівнем технічних знань майбутніх фахівців комп'ютерних систем і вимогами до потрібного рівня їхньої підготовки збільшується; призупинення збільшення цього розриву можна за умов безмежного використання комп'ютерних ІТ.

Ми дослідили 1709 друкованих та 79 електронних наукових журналів, які входять до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (відповідно до Порядку формування Переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказом МОН України від 15.01.2018 № 32) [161]. Із 1788 журналів тематика методики навчання ФТД та ЦТ, аналізу методичної системи розвитку ІЦТ у майбутніх фахівців професійної освіти та ЦТ відображена лише у 39 журналах, що складає 2,18 % від загальної їх кількості (додаток А.1).

Такий стан склався через ряд обставин [161]:

– вчені не прийшли до єдиного науково-обґрунтованого поняття методичної системи формування ключових компетентностей і, зокрема, впровадження ідей цифровізації, розвитку ІЦК та ін.;

– впровадження в освітній процес недостатньо дослідженої триєдиної системи педагогічних підходів: діяльнісний, особистісно зорієнтований, компетентнісний; за умови автономізації ЗВО не мають єдиного підходу до трактування цих понять;

– понад 20 років у ЗВО відсутні збалансовані стандарти освіти з більшості спеціальностей, що є причиною того, що освітні програми дисциплін складаються у ЗВО автономно, без більш-менш якогось узгодження між ЗВО;

– реалізація компетентнісного підходу привела до висновку, що він не в повній мірі відповідає науково-обґрунтованим дидактичним принципам навчання: науковості, доступності, наочності, систематичності, зв'язку навчання з життям, природовідповідності, активності, індивідуалізації [74].

Виходячи з вище окресленого та концепції електронізації ми обґрунтували та сформуваємо визначальні *компоненти методичної системи розвитку ІЦК* майбутніх фахівців ЦТ [161], до яких відносяться:

- система цілей забезпечення здобуття ЗУН, цінностей та готовності до застосування їх ще під час навчання;
- освітній зміст фундаментальної та психолого-педагогічної складових підготовки майбутніх фахівців;
- оновлені дидактичні методи навчання, інноваційні засоби розвитку ІЦК;
- інноваційні форми організації освітньої діяльності суб'єктів навчання;
- сформоване освітнє інформаційно-цифрове середовище.

Визначені компоненти окреслили методологію структурування єдиної цілісної системи логічно укладених навчальних елементів і встановлення зв'язків між ними. На цій основі ми сформуваємо компоненти цілей здобуття ЗУН, цінностей та готовності до їхнього застосування (рис. 4.4).

Когнітивно-змістовий блок містить елементи, що передбачають формування наскрізної системи термінології, фактів, запам'ятовування конкретного матеріалу, відтворення системи понять і категорій, самостійне здобуття фахової компетентності в ході вивчення змісту навчального предмета, переосмислення знань і законів, узагальнень, об'єднання теорії та узагальнення структури, створення нових знань та ін. (рис. 4.4).

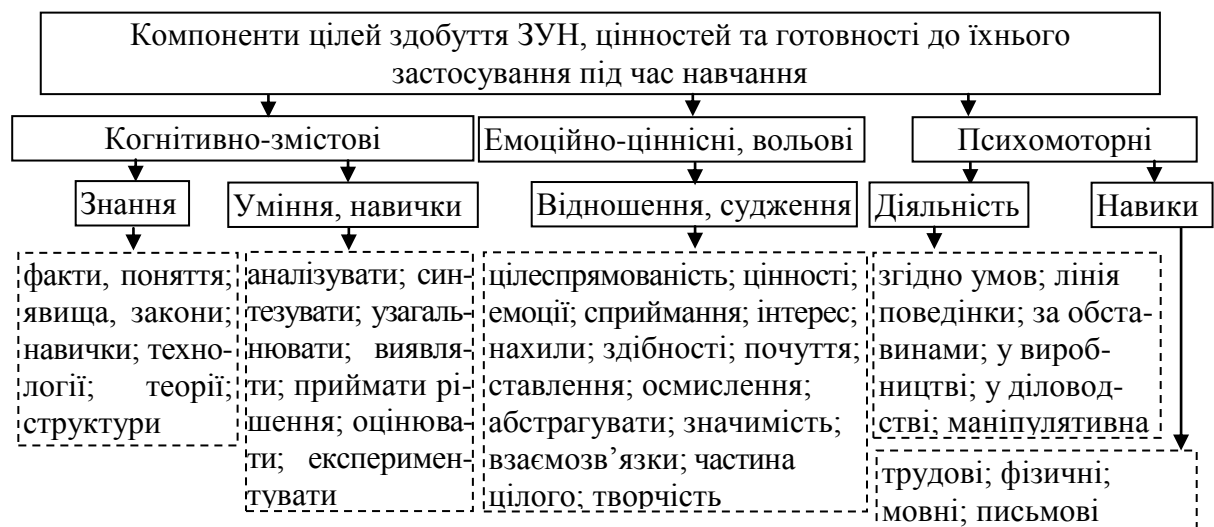


Рис. 4.4. Компоненти цілей формування компетентності фахівця [161]

Емоційно-ціннісну та вольову сферу складають елементи, що визначають

емоційно-особистісні ставлення до навколишнього світу (рис. 4.4).

Психомоторна сфера складає третю групу маніпулятивної діяльності нервово-м'язової координації, суджень з точки зору зовнішніх впливів і критеріїв, виокремлення фактів та оціночних суджень (рис. 4.4).

Об'єктом продуктивної діяльності ми обрали ІЦК [161]. Структурно-органічна схема (рис. 4.5) розвитку ІЦК забезпечує освітньо-змістову фундаментальну та психолого-педагогічну підготовку фахівців ЦТ, чому сприяє включення у базу елементів змісту навчання з визначенням рівня засвоєння кожного з них. Поняття, явища, процеси, факти, судження, теорії, закони, принципи, алгоритми, критерії, тенденції, методи, принципи, норми, засоби, символи, характеристики ми визначили як базові елементи для розвитку ІЦК (рис. 4.5). Модель засвоєння бази знань характеризується високим рівнем такого засвоєння і показує, що студент має бути здатним відтворювати знання у стандартних умовах. Нами виокремлені [127; 156; 161; 166] рівні (критерії) засвоєння елементів, що відповідають формам і методам діагностики ІЦК, організації освітньої діяльності, передбачають мету розвитку ІЦК на основі бази даних знань.



Рис. 4.5. Визначальні чинники розвитку ІЦК [161]

У цьому зв'язку рівні розвитку ІЦК (на основі засвоєння знань) вирізняються психолого-педагогічною структурою розвитку вмінь як модель ІЦ умінь та інтегративних знань (рис. 4.6). Вона базується на трьох структурних елементах: засвоєнні ІЦ знань і відповідних технологій, етапах формування ІЦ умінь, психолого-педагогічній структурі ІЦ умінь. Особливості моделі полягають у врахуванні рівнів формування компетентності на основі особистісно зорієнтованого, діяльнісного, компетентнісного та інтегративного підходів.

Методологічні визначники побудови моделей психолого-педагогічних ІЦ умінь та інтегративних знань, розвитку ІЦК, компонентів цілей здобуття ЗУН, цінностей і готовності до застосування ще під час навчання ФТД дали змогу нам виокремити складові розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ (рис. 4.7).

До розроблених нами [161] інформаційно-змістового, методичного та організаційного забезпечення освітнього процесу розвитку ІЦК доцільно додати моделі навчання ФТД майбутніх фахівців ЦТ. Для її підготовки необхідно вирішити наступні завдання:

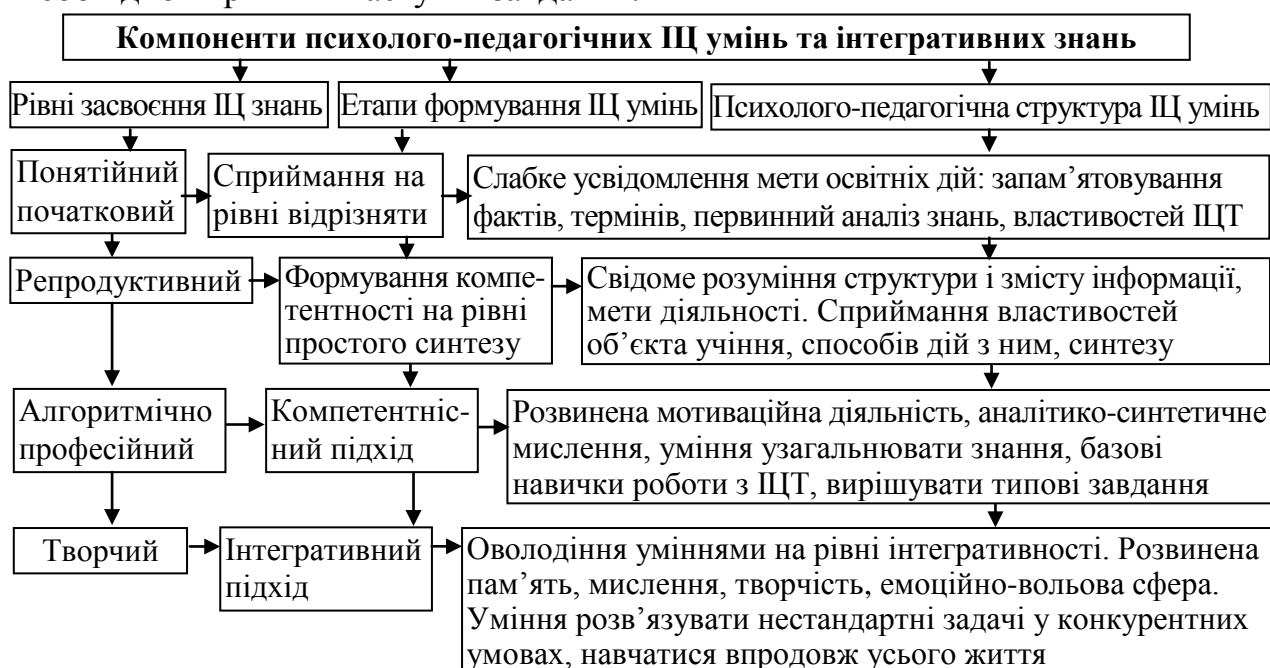


Рис. 4.6. Компоненти психолого-педагогічних ІЦ умінь та інтегративних знань [161]

– стандартизувати критерії відбору обсягу і змісту навчального матеріалу з ФТД;

– визначити методи, методичні прийоми, технологічні засоби згідно системи цілей здобуття ЗУН, цінностей і готовності до застосування у навчанні (рис. 4.5);

– забезпечити використання особистісно зорієнтованого, діяльнісного, компетентнісного, системного, ресурсного й інтегративного підходів у розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ;



Рис. 4.7. Компоненти розвитку ІЦК на базі інтегративних знань з ФТД [161]

– сформуванню системи форм й методів об’єктивної та обґрунтованої діагностики успішності навчання за різних критеріїв ІЦК, забезпечити взаємоконтроль і самоконтроль суб’єктів навчання;

– упровадити стратегію адаптивної системи навчання, що забезпечує ефективне навчання обдарованих студентів і стимулює їхню самостійну роботу.

На основі визначених у педагогічному експерименті завдань [156; 166], з урахуванням досліджень С. У. Гончаренка [34], Р. С. Гуревича [39], М. С. Корця [69], В. М. Мадзігона [84], І. Я. Пастирської [100], В. К. Сидоренка [140], Л. В. Сліпчишина [143], Д. О. Тхоржевського [184], С. М. Ящука [209] ми сформували *компоненти розвитку ІЦК студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)»* у навчанні ФТД [161]. Така модель ґрунтується на:

- науково-обґрунтованій системі цілей здобуття ЗУН, цінностей (рис. 4.4);
- забезпеченні ефективних у практичній діяльності критеріїв і рівнів засвоєння елементів бази ІЦК;
- системі сучасних інтерактивних дидактичних матеріалів із ФТД при

навчанні майбутніх фахівців ЦТ;

– сформованій базі діагностики тестового контролю якості знань з ФТД студентів – майбутніх фахівців ЦТ.

Виходячи з визначеної моделі та сучасного розуміння НТП ми прийшли до висновку [162], що інтегративність триєдиного підходу викликана прискореним злиттям наукового, окресленого у моделі, і технічного прогресу (див. п. 1.5). Є фактом, коли наука швидко перетворюється у безпосередню виробничу силу. Це змушує швидке реформування й освітнього змісту ФТД. Системна автоматизація викликала підготовку фахівця нового типу з якісно вищим рівнем професійної підготовки та мислення, здатного освоювати робототехніку, мехатроніку, STEM-освіту, впроваджувати інноваційність.

На основі окреслених завдань і висновків указаних дослідників ми сформували складові розвитку ІЦК на базі інтегративних знань з ФТД. На рівні понятійних критеріїв з'ясовували застосування особистісно зорієнтованого, діяльнісного, компетентнісного підходів до навчання ФТД [166; 170].

На нашу думку, в епоху цифровізації інтенсивні методи навчання передбачають аналітико-синтетичний рівень активізації розумової діяльності з ФТД, що включає логічну обробку навчального матеріалу: теоретико-експериментальне обґрунтування внутрішньої суті понять, здатності узагальнювати факти, вміння виділяти головне та ін. [18; 19; 21; 103; 128; 129; 145].

На рівні інтегративного алгоритмічно професійного критерію розглядається проблемний рівень навчання ФТД, інноваційні методи учіння, впровадження знань ще під час навчання [124; 130; 155; 158; 166; 168].

Такий науково-дослідницький інтегративний рівень навчання ФТД із використанням STEM-освіти, робототехніки, мехатроніки, системного підходу передбачає навчання впродовж усього життя [157; 162; 166; 183].

Структура компонентів (рис. 4.7) передбачає критерії використання інтегрованих елементів ФТД у загальному освітньому проблемному полі.

У дослідженні ми виходимо з посилки, що *інтегративність* не є поєднанням чи об'єднанням змісту дисциплін, а є єдиним цілим на основі

спільного підходу до навчання понять, явищ, процесів, теорій, STEM засобів та ін. Такий підхід забезпечує раціональне інформаційне збагачення сприйняття виокремленого змісту, розвитку мислення студентів.

У моделі (рис. 4.5) виокремлені методичні напрями:

- інтегративність навчання студентів згідно критеріїв знань, визначених умовами сталого розвитку;
- окреслення оцифрування об'єкта навчання та шляхи відбору інтегративного змісту ФТД;
- використання репродуктивного, проблемного, частково-пошукового методу активізації розумової діяльності на всіх етапах освітньої діяльності;
- створення дискретної алгоритмізації діяльності майбутніх фахівців ЦТ, що забезпечує їхню здатність до мислення;
- усвідомлення студентами наскрізних фундаментальних понять інтегративних дисциплін.

Реалізація цих напрямів передбачає впровадження в освітній процес нових засобів навчання (рис. 4.3, додаток А) та розроблення системи їхнього використання. За такого підходу під поняттям «комп'ютерні технології» ми розуміємо засоби навчання, де функції навчання виконує ПК із використанням ХООС. При цьому нами визначено функції комп'ютерної техніки (рис. 4.8).

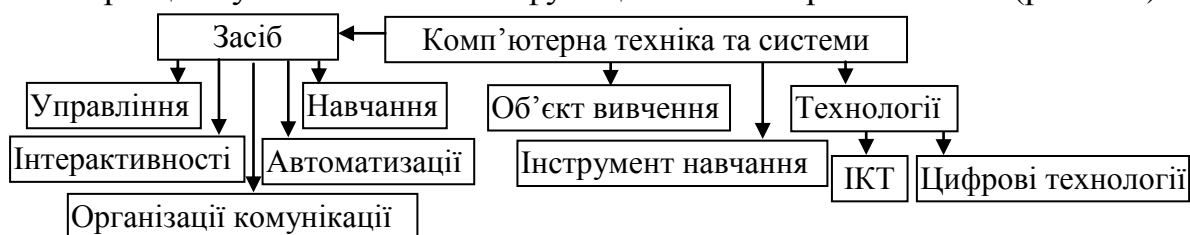


Рис. 4.8. Функції комп'ютерної техніки

Перспективними, на нашу думку, в освітньому процесі є мультимедійні технології навчання, які ґрунтуються на технічних засобах і принципах відео, кіно, фото, живопису та іншої аудіовізуалізації, що несуть інформацію. В сукупності з ЦТ вони активізують мотиваційну привабливість навчальної інформації, підсилюють емоційну частину інформації, сприяють розвитку мислення. Зміст освіти реалізується на трьох рівнях: ЗВО ↔ навчальні дисципліни ↔ цілісна професійна підготовка. Провідним у будь-якій освітній

технології є засоби навчання, які властиві всім трьом рівням.

Загальноновизнано, що реалізація технологій навчання здійснюється через програмно-методичні комплекси (ПМК).

На рівні підготовки фахівців ЦТ під час навчання ФТД комп'ютерні і мультимедійні технології впроваджуються через реалізацію інноваційних ПМК, що включають робочий план, освітню програму, структурно-логічну схему предметної галузі, технологічної карти освітнього процесу, які інформаційно забезпечують освітній процес [142].

Інноваційний комплекс передбачає одержання освіти через ефективне засвоєння знань і методологію їх одержання. МОН України рекомендувало до впровадження МПК GRAN1 (GRaphic ANalysis) розроблений під керівництвом академіка М. І. Жалдака призначений для графічного аналізу функцій з математики та окремих розділів фізики [48; 111]. Ю. В. Єчкало створила електронний НМК з фізики для забезпечення самостійної роботи [47].

Таким чином, традиційно склалося, що нормативними інформаційними частинами комплексу є: 1. Навчальна типова програма дисципліни; 2. Робоча навчальна програма дисципліни; 3. Програми навчальної, технологічної і професійної практик; 4. Плани занять; 5. Навчальні-наочні посібники, технічні засоби навчання тощо; 6. Конспект лекцій із дисципліни; 7. Комплекс контрольних робіт для визначення залишкових знань із дисципліни, завдань для обов'язкових контрольних робіт; 8. Інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; 9. Завдання на курсові та дипломні проекти; 10. Контрольні завдання до семінарських, практичних і лабораторних занять, завдання для заліків; 11. Питання до екзаменаційних білетів, екзаменаційні білети; 12. Методичні рекомендації та розробки викладача; 13. Методичні матеріали, що забезпечують самостійну роботу студентів; 14. Методичні матеріали щодо виконання контрольних робіт для заочної форми навчання; 15. Інші матеріали.

Узагальнення приведених досліджень показали, що діяльнісна складова НМК нового типу має містити:

- автономні педагогічні програмні засоби (ППЗ), що виконуються на пристрої доступу до комплексу (ПК, ноутбук, планшет, смартфон тощо);
- традиційні хмарні засоби Google G Suite (Gmail, Google Drive, Документи Google, Сайти Google, Календар Google, Google Chat, Google Meet);
- хмарні педагогічні ПЗ, інтегровані з Google G Suite (віртуальні лабораторні роботи, засоби аналізу відео, опрацювання експериментальних даних тощо);
- хмарні засоби управління навчанням (Google Classroom).

На основі узагальнень праць учених [47; 111; 142] і власних досліджень [166; 176; 178; 238] ми сформуваємо структурно-логічну модель інноваційного ПМК (рис. 4.9). Як інноваційний елемент, до складу ПМК навчання ФТД (рис. 4.9) ми включили компонент ХООС (див. п. 4.3) як цілісний дидактичний елемент системи, який представлений Е-навчальними посібниками, Е-лекційними презентаціями, відеотеками, Веб сторінками, Е-методичним забезпеченням, Е-контролем та ін.

Під терміном «інноваційний» ми розуміємо: розвиток традиційного, в результаті чого виникає нове; розробка програмного та мультимедійного комп'ютерного забезпечення, що впроваджено в освітній процес [180].

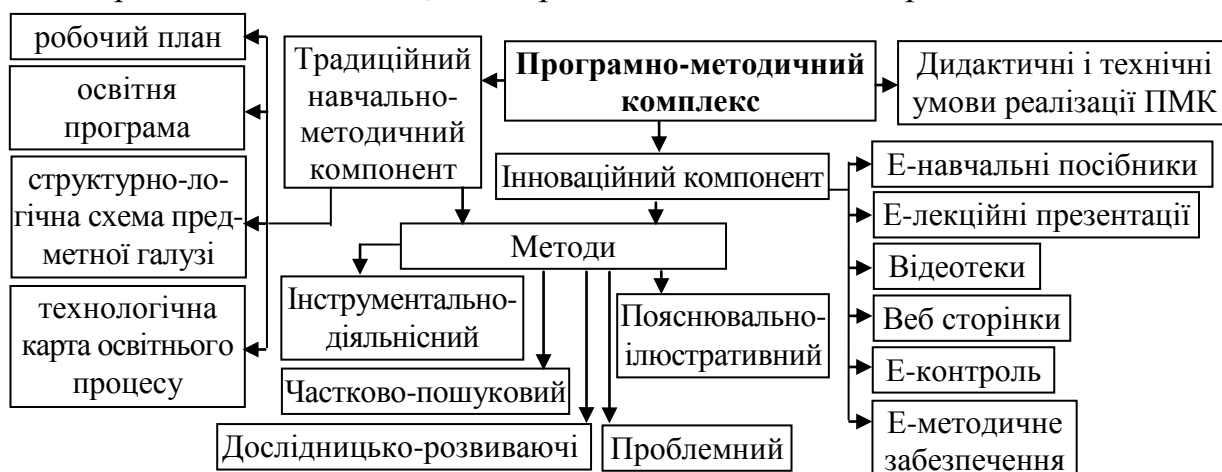


Рис. 4.9. Структура інноваційного ПМК навчання ФТД

На наш погляд інноваційний ПМК із підготовки фахівців ЦТ, як система, має структуру, відмінну від традиційної. У кінцевому результаті в ньому відображена електронна форма освітньої програми, що призначена для викладачів, і складова для самостійної пізнавальної діяльності майбутніх

фахівців, які в сукупності виконують функцію інноваційності – дають новий результат, що виражається в якості освіти. Звідси впливає її багатофункціональність в організації освітнього процесу засобами мультимедійних ІТ. Такий комплекс навчальних дисциплін має забезпечити:

- концептуальний і методологічний зміст сучасного природознавства як цілісний дидактичний цикл освітнього процесу;
- можливості варіативної складової в освітній діяльності викладача;
- можливості варіативної складової в самоосвітній діяльності студентів за індивідуальною освітньою траєкторією;
- повне, цілісне ПЗ освітньої програми формування фахівців ЦТ.

Електронний НМК виконує організуючу функцію, оскільки він призначений для самостійної роботи студентів. Ця функція виявляється у впливі комплексу на організацію всього процесу навчання.

Отже, визначені вище структурно-логічна системи компонентів цілей здобуття ЗУН, цінностей та готовності до застосування ще під час навчання (рис. 4.4), компоненти психолого-педагогічних ІЦ умінь та інтегративних знань (рис. 4.6), характеристики розвитку ІЦК (рис. 4.5), складові розвитку ІЦК на базі інтегративних знань з ФТД (рис. 4.7), компоненти інноваційного ПМК навчання ФТД (рис. 4.9), концепція електронізації та цифровізації, компоненти методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ дали змогу нам створити узагальнену модель *засад формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД*.

4.2. Концепція методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін на засадах інтегративності теоретичного та емпіричного

Наказом МОН України № 776 від 16.07.2018 затверджена Концепція розвитку педагогічної освіти, де визначена проблема «... дисбалансу між суспільним запитом на висококваліфікованих педагогічних працівників,

перспективами розвитку суспільства, глобальними технологічними змінами та існуючою системою педагогічної освіти, а також рівнем готовності/спроможності сучасних педагогічних працівників до сприйняття та реалізації освітніх реформ в Україні». Зміст дисбалансу визначається застарілим стандартом, структурою та змістом освіти; здебільшого формальним оволодінням освітянами поняттям компетентнісного підходу, відставанням педагогічної науки від темпів змін у суспільстві, що негативно впливає на дидактики навчальних дисциплін; незадовільна підготовка педагогічних фахівців до оволодіння новітніми засобами для робототехніки та 3D-друку, мехатроніки, числовими програмними установками, погане оснащення цифровими комплексами та прикладним ПЗ підготовки майбутніх фахівців ЦТ; виклик світового освітнього співтовариства в частині формування цифрових компетентностей випускників педагогічних ЗВО не знайшов достатньої уваги у ЗВО [67]. Аналіз вказаних понять спонукав до узагальнень і створення загальної структури поняття концепції розвитку ІЦК і на цій базі наповнити її конкретним змістом [163]. Таке завдання виконувалося в ході проведення педагогічного експерименту та апробації на науково-практичних конференціях і викладено в публікаціях (додатки В, З).

У першому розділі дослідження ми розглянули загальні закономірності формування суперечностей у освітніх процесах. Дослідили підходи до визначення структури концепції щодо професійної освіти, що пропонують М. В. Гамезо, М. І. Садовий, В. О. Сластьонін, В. І. Шинкарук, Є. М. Шиянов, Є. В. Яковлев, Н. О. Яковлева [30; 64; 131; 207] та ін. Спільною думкою дослідників є висновок, що поняття «концепція» у загальному значенні означає систему поглядів, основну думку, провідну ідею теорії. Поняття «стандарт» і «алгоритм» мають спільну ідею й структуру. Існує два підходи окреслення структури концепції: за синтезуючим певним алгоритмом написання та її написання за прийнятою у галузі «стандартною» формою [163].

У «Філософському словнику» [187, с. 439] робиться акцент на три аспекти

поняття концепції: 1) провідний задум, конструктивний принцип художнього, технічного та інших видів діяльності; 2) обумовлюючий спосіб розуміння, трактування будь-чого, основна ідея систематичного підходу, основний погляд на предмет чи явище; 3) одна з форм наукового знання.

В іншому словнику визначається, що стратегічні напрями розвитку окреслюються задумом, в основу якого покладено систему ґрунтовних теоретичних поглядів, фундаментальних науково обґрунтованих положень дослідницького пошуку на досліджуване коло явищ. Все носить назву «концепція» [64]. Ми вважаємо [171], що сутність поняття концепції полягає в інтегративності узагальненого масиву знання певної галузі з метою пошуку закономірностей пояснення розвитку та результативності цього масиву. За такого підходу створено структуру поняття концепції дослідження (рис. 4.10).

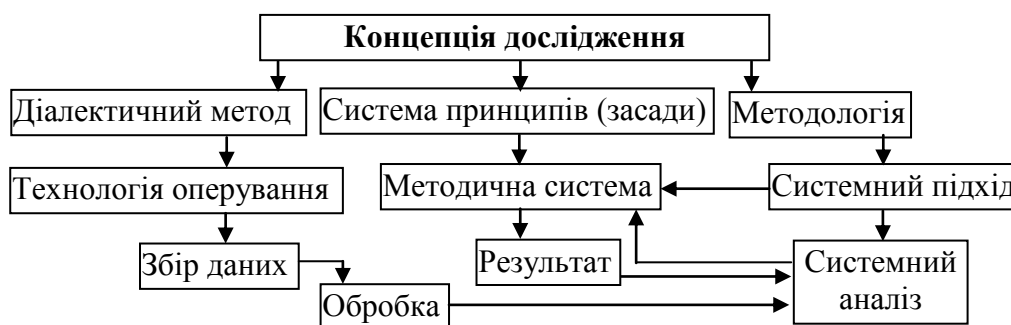


Рис. 4.10. Структура концепції дослідження [171]

Методологію концепції ми [171] визначаємо системою принципів дослідження, що базується на діалектичному методі та системному підході.

На основі досліджень учених і власного аналізу структури поняття «концепція» (див. п. 3.1) ми запропонували узагальнену структуру концепції розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у процесі навчання ФТД у ЗВО. Вона є власною системою теоретичних положень дослідницького задуму і пошуком, який полягає у триєдиному інтегративному підході «освіта – наука – технології» визначеної множини знань ІЦК (рис. 4.11) [163]:

– правові засади, місце у дидактиці, мету, межі застосування, умови функціонування, інформаційні ресурси, платформу розвитку ідеї покладено в основу цифровізації освіти [9];

– окреслено категоріальний апарат: дефініції, предмет, об’єкт, мета,

завдання, основні поняття, складові елементи та зв'язки між ними, системотвірні ідеї, порядок упорядкованості, висновки, їхня достовірність;

– виходячи з урядових документів цифровізації виділена система принципів, постулатів, закономірностей, що входять до концептуальних основ ІЦК [159], які визначають уявлення про об'єкт дослідження;

– теоретико-методологічним підґрунтям є обґрунтованість теорії, методи, ефективні методики, новітність технологій, засобів, наукові припущення, що визначають реалізацію задуму і напрям наукового пошуку;

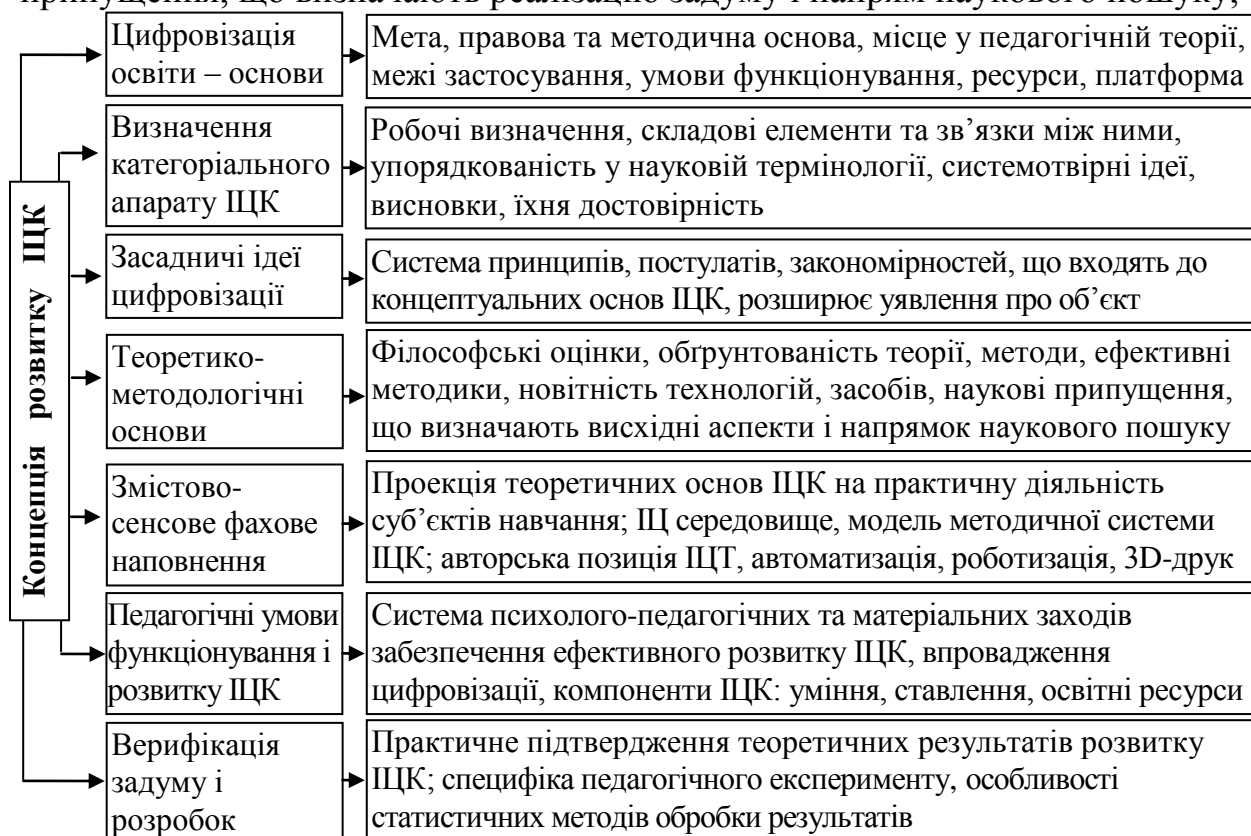


Рис. 4.11. Модель концепції розвитку ІЦК [163]

– через проекцію теоретичних основ ІЦК здійснюється змістово-сенсове фахове наповнення практичної діяльності студентів у ІЦ середовищі [191], формується модель методичної системи ІЦК;

– під педагогічними умовами розвитку ІЦК розглядається система психолого-педагогічних і новітніх матеріальних засобів, які в єдності забезпечують ефективний розвиток ІЦК, визначають шляхи впровадження цифровізації, окреслюють компоненти ІЦК: ресурси, уміння, ставлення тощо;

– практичне підтвердження теоретичних результатів розвитку ІЦК

забезпечує реальність верифікації задуму і розробок;

– цифровізація викликає специфіку педагогічного експерименту та експертизи, особливостей статистичних методів обробки результатів.

Викладений алгоритм структури концепції є підставою для формування **концепції розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ** під час навчання ФТД, що була апробована [157; 162; 163] і включає наступні положення:

1. *Основи цифровізації* освіти включають обґрунтування правомірності основних положень, можливості реалізації затвердженої МОН України педагогічної концепції в межах її ефективного використання, правові та методичні аспекти, місце цифрової технології у дидактиці та системі інтегративного знання, окреслення об'єктів, на які поширюється дія визначених положень, умов ефективного функціонування та розвитку досліджуваного явища, визначення призначення ІЦТ, положення освітніх стандартів підготовки фахівців ЦТ і стандартів їхньої професійної діяльності.

2. *Змістовно-сенсовне наповнення* передбачає створення освітніх ресурсів і цифрових платформ із підтримкою інтерактивного та мультимедійного контенту для загального доступу закладів освіти та студентів, зокрема, інструментів автоматизації головних процесів роботи закладів освіти; розроблення та впровадження інноваційних комп'ютерних, мультимедійних та комп'ютерно орієнтованих засобів навчання та обладнання для створення цифрового освітнього середовища; організацію широкосмугового доступу до Інтернету студентів у навчальних аудиторіях ЗВО; розвиток дистанційної форми освіти з використанням когнітивних і мультимедійних технологій та ін. *Змістовно-сенсовне наповнення* ґрунтується на провідній ідеї, що в умовах цифровізації інформаційного суспільства розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ складає підґрунтя їхнього професійного становлення, що враховує сучасні глобалізаційні процеси, вітчизняний і зарубіжний досвід і рівень розвитку ІЦТ, являє собою проекцію теоретичних положень на практичну діяльність педагога. Таку роль може відігравати побудована система функцій, виділені етапи діяльності,

розроблена модель досліджуваного аспекту педагогічного процесу і т.д. Цей розділ дозволяє подати авторську позицію щодо застосування теоретичних знань про об'єкт, виявити сферу практичного застосування та розкрити технологію його використання для розв'язання відповідних педагогічних задач.

3. *Верифікація* відображає основні положення практичного підтвердження результативності використання розроблених методичних засад і методичної системи навчання ФТД; слугує виокремленню теоретичних висновків, які знаходять своє відображення в практиці використання ІЦТ; розкриваються особливості організації педагогічного експерименту з перевірки й оцінки методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІЦТ у навчанні ФТД.

4. *Педагогічні умови* є необхідними обставинами, особливостями організаційно освітнього процесу, за якими стає можливим розвиток ІЦК, що сприяє впровадженню змісту цифровізації, формуванню освітніх ресурсів, застосуванню ІЦТ в освітньому процесі ЗВО (Р. С. Гуревич, В. Є. Ключко, М. М. Козяр, В. М. Монахов, В. Ю. Стрельніков, Н. Т. Тверезовська та ін.), адаптацію та взаємодію студентів із новим освітнім середовищем, що дозволяє окреслити вдосконалення педагогічної взаємодії з досліджуваним об'єктом у реальній практичній діяльності педагога; цілеспрямований розвиток ІЦК майбутніх фахівців ІЦТ у ЗВО сприятиме підвищенню ефективності їхньої професійної підготовки, забезпечить конкурентноспроможність.

5. *Теоретико-методологічні основи* складають вихідні філософські положення теорії пізнання (див. розділ 1) в контексті розвитку ІЦ суспільства, в основу якого покладено: знання про принципи функціонування та розвитку єдиного інформаційного простору; ідеї інтеграції освіти в європейський простір; навчання впродовж життя; філософські оцінки, обґрунтованість теорій, методи навчання; ефективні методики, новітні технології; наукові припущення, що визначають висхідні аспекти розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІЦТ при навчанні ФТД; високий рівень теоретизації й обґрунтованості висунутих положень.

6. *Засадничі уяви цифровізації* включають систему принципів, постулатів, що входять до теоретико-методологічних основ ІЦК, розширюють уявлення

про об'єкт дослідження (див. п. 1.1, п. 1.4), забезпечують оцінювання сучасного стану досліджування проблеми, дозволяють простежити перспективи розвитку ІЦК, ідеї сучасної філософії освіти спрямовані на розвиток і саморозвиток особистості на основі системного, діяльнісного та компетентнісного підходів у комплексі загальнодидактичних і специфічних принципів навчання.

7. *Категоріальний апарат* ІЦК передбачає визначення термінів, понять і категорій, потрібних для авторського осмислення й упорядкування понять в межах дослідження; наявність складових елементів і зв'язків між ними, термінологічну наукову упорядкованість, чітке окреслення системотвірних ідей, висновків та їхньої достовірності однозначності трактування.

Характерною особливістю концепції є її практична спрямованість. Окреслена концепція дала підставу створити узагальнену *модель засад формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД* (рис. 4.12), яка включає розроблені нами положення [163]:

1. Основою педагогічного процесу є формування потреб у самоосвіті засобами навчання методології самостійної роботи студентів в інформаційно-освітньому середовищі, доля якого в їх освітній діяльності постійно зростає.

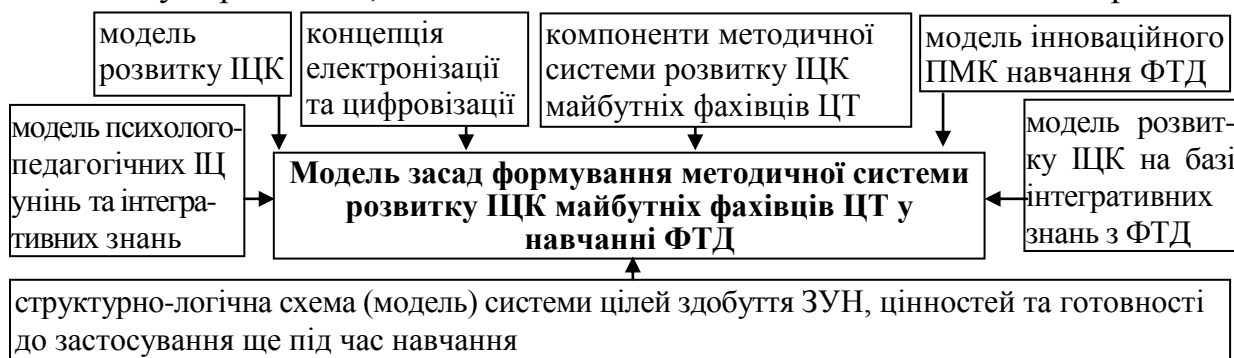


Рис. 4.12. Модель засад формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні фізики й технічних дисциплін [162]

2. Інформаційно-цифрове освітнє середовище має базуватися на:

- технологіях: комп'ютерній, мультимедійній, ІЦ, які є засобами, а не метою освітнього процесу і відіграють інтегративну роль середовища;
- аналізі дидактичних особливостей технічних засобів;
- оцінці педагогічних властивостей технічних засобів;
- узагальненні розвитку інноваційної компоненти освітнього процесу

дистанційного навчання та НМК фізико-технічної освіти;

- особливостях розвитку і розв'язання очної освіти за зменшення аудиторного навантаження на студентів.

3. ЦТ є сукупністю високотехнологічного комплексу освітніх послуг, що надається майбутнім фахівцям ЦТ на базі інформаційно-освітнього середовища (додаток Е) та методики їхньої аудиторної та дистанційної освітньої діяльності;

4. ЦТ навчання ФТД забезпечують збільшення самостійної пізнавальної роботи студентів, що викликає психологічні комунікаційні перепони. Вони долаються через врахування: методичних і технологічних похибок каналів передачі інформації; семантики у відмінностях систем позначень; відповідності складності інформації освітнім стереотипам предметів; приведення змісту і стилю навчальної інформації до рівня розвитку суб'єктів навчання.

5. Мультимедійні ЦТ базуються на створенні інтелектуальних освітніх інформаційних ресурсів (рис. 4.3, додаток А), що в повній мірі враховують гуманітарну складову комунікацій з підвищеною надмірністю, чим забезпечується ефективність освітнього процесу.

6. В умовах переходу суспільства до ЦТ від енергетичних виникає штучне інформаційне середовище. Тоді формується нова ергономічно-комунікаційна освітня взаємодія студент – машина (технічні засоби навчання та штучне освітнє середовище – вербальні комунікації, що доповнюються компонентом, який забезпечує навчально-виховні функції освітнього процесу – невербальні засоби спілкування (рис. 3.2).

Таким чином, визначені компоненти та модель є основою створення структури і змісту професійної підготовки майбутнього фахівця ЦТ та розроблення методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

Аналіз психолого-педагогічної та спеціальної літератури, результати дослідження суперечності між нескінченністю і необмеженістю предмета пізнання, цілісного прояву природи, скінченністю та обмеженістю пізнаної людиною її частиною (див. п. 1.1), генералізації наукових знань, як основної

процедури моделювання інтегрованих комплексів ЦТ навчання (див. п. 4.1), інтегративного підходу (див. п. 2.2), сутності і структури поняття освітнє середовище (додаток Е), СНКС [182], підтвердили вимоги визначених засад формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД та *концепцію розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ під час навчання ФТД*. Ми прийшли до висновку, що розвиток науки здійснювався згідно спрямованого ланцюжка: інтеграція науки (від зародження до середини ХІХ ст.) → диференціація (середина ХІХ ст. – середина ХХ ст.) → інтегративність на новій основі (кінець ХХ ст. – нинішній час). Такий підхід слугує підставою для створення концепції інтегративного сучасного природознавства та технічної науки у формуванні компетентних фахівців ЦТ на основі ІЦТ.

Мова йде не про традиційне трактування поняття «інтеграція» як синтез, поєднання, взаємопроникнення, процес вставлення частини у щось, об'єднання даних (див. пп. 3.1), а про формування інтегративного підходу (рис. 2.3), який ґрунтується на загальному цілісному стрижні, що розвивається як єдине ціле і визначає подальший розвиток. Після завершення першої промислової революції механіка, термодинаміка, хімія, біологія виділилися в окремі науки, нині цей процес набув іншого, інтегративного характеру. Виникають нові навчальні дисципліни: біофізика, фізична хімія, фізична географія та ін.

До основних положень концепції інтегративного сучасного природознавства та технічної науки у формуванні компетентних фахівців ЦТ на основі ІЦТ ми віднесли:

– виокремлення тенденції у розвитку ФТД, як цілісної науки, що абсолютно необхідне в тих «критичних етапах», коли виконуються «революційні» експерименти і переглядаються традиційні теорії;

– забезпечення переспрямування мислення, що квантова механіка має лише теоретичне значення у науці й її мало можна застосувати у реальному житті на прикладах значимості її наслідків у теорії високотемпературної надпровідності, нанотехнологіях, лазерах, голографії, мехатроніці та ін.;

– знайомство з дискретністю мікросвіту доцільно розпочати з розкриття сутності НР у фізиці починаючи з XVII ст. з актуалізації чуттєвого досвіду та опорних знань: звукоряд на музичних інструментах, вимикач із декількома фіксованими положеннями, виникнення пари, електричні двигуни та генератори, двоїчна система числення в ЦТ, уявлення про сутність понять «квант» і «кванти», постійна Планка й ін.;

– упровадження цифровізації ФТД, як сукупності теоретичних поглядів, які впливають із припущення, що Всесвіт описується інформацією (Ц. Конрад [223]), тобто він є обчислюваним. Цифрова фізика заснована на одній або декількох нижчезазначених гіпотезах, перерахованих у порядку зростання сміливості припущень:

1. Всесвіт, або реальність, є: інформаційним (із урахуванням, що не кожна інформаційна онтологія володіє обчислюванням); обчислюваним; може описуватися або моделюватися у цифровій формі;

2. Має властивості обчислювальної системи, її поведінка може бути результатом роботи цієї системи.

Звідси випливає, що методика навчання ФТД має ґрунтуватися на стрижневих генеруючих ідеях, принципах цифровізації (рис. 3.23). У зв'язку з цим проблема створення методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у процесі навчання ФТД набула особливої актуальності з урахуванням тенденцій реформування освіти й в Україні, й у Європейському освітньому просторі, упровадженням ЦТ у практику роботи ЗВО.

У процесі дослідження поняття «методична система розвитку ІЦК» ми використали результати методологічних, психолого-педагогічних, спеціальних досліджень Л. Б. Баженова [7], Л. С. Виготського [28], Б. М. Кедрова [56], С. Л. Рубінштейна [117], В. О. Штоффа [204] та ін. і прийшли до висновку, що поняття «методична система» має три визначальні складові: 1) розвиток ІЦК; 2) формування конкурентноздатних фахівців ЦТ як стратегічне завдання ЗВО; 3) навчання ФТД. Розгляд проблеми потребує визначення кожного з виділених понять, їхнього методологічного і психолого-

педагогічного обґрунтування.

Навчання ФТД ґрунтується на наукових результатах у вказаних галузях. Відповідно постає завдання методологічно обґрунтувати поняття методичної системи формування у майбутніх фахівців ЦТ уявлень про природу розвитку, тенденції сучасної фізичної теорії (фізики) та техніки (технічні дисципліни). Методику навчання ФТД ми розглядаємо з діалектичної точки зору процесу її принципів *зародження* та розвитку. В майбутніх фахівців ЦТ має сформуватися стійка система послідовних дій розвитку практичного інтересу: нову теорію можна побудувати, коли є відомий ланцюг пізнавальних послідовних методичних процедур (дій), виконання яких забезпечить досягнення поставленої мети. Так як кожна процедура, складна чи проста, включена до складу системи, то між ними існують зв'язки. Тому в основу методичного аналізу фізичного поняття, процесу ми поклали діалектику, як вчення про об'єктивний світ, що перебуває у постійному русі та розвитку.

Другим принципом діалектики є *принцип розвитку*, який передбачає рух (зміну взагалі) від більш простих форм дослідження, до складних, охоплює всі змістові процеси Всесвіту. Поняття «рух» є більш загальним за розвиток і охоплює наступні властивості:

- має спрямованість: минуле → нинішнє → майбутнє;
- неповторний у прояві, характеризує незворотні саморозвиваючі системи, описує реальні явища;
- в процесі саморозвитку через біфуркацію утворює нове, чого не було раніше, є генератором незворотних змін;
- підпорядкований опису математичною логікою у вигляді математичних моделей, законів, систем рівнянь та ін.

Діалектика розвитку передбачає:

- наявність внутрішніх суперечностей (див. п. 1.1, п. 1.3, п. 1.4) понять, явищ, теорій, що перебувають у єдності – взаємозв'язку – протидії (джерело розвитку) в живій та неживій природі, свідомості та громадському житті;
- присутність у природі, мисленні, суспільстві неперервного чи

дискретного переходу кількісних змін у якісні і навпаки, що здійснюється у нерозривному зв'язку та постійній зміні;

– спадкоємність у ході змін, що набувають поступального суперечливого накопичувального, циклічного, спіралевидного характеру.

Дослідження в ході навчання ми розглядаємо як специфічну форму праці, результатом якої є здобуття нової, трансформованої з науки інформації, що передбачає наявність трьох компонентів:

– об'єкта дослідження, як конкретно галузевої складової (див. пп. 1.1);

– засобів (знаряддя й умови) досягнення поставленої освітньої мети (див. пп. 1.2). Передбачається, що знаряддя (в нашому дослідженні ІЦ) носять новизну, а умови традиційний запас інформації;

– суб'єктів навчального дослідження (студенти, викладачі, управлінці освіти, громадськість та ін.).

До *суб'єктів навчання* ми сформувавши *вимоги*, реальність яких забезпечить досягнення поставленої мети на основі принципу розвитку в ЗВО, галузі ЦТ:

1. Освітній процес здійснює сформований науково-педагогічний працівник, який: набув сучасної ІЦК на рівні розвитку психолого-педагогічної та спеціальної теорії інформаційного суспільства; знає педагогічні закономірності послідовності дій і не береться за розв'язання складнішого педагогічного завдання, не вирішивши менш складне, здатний до застосування теорії в освітній практиці; заздалегідь готовий до оперативного виправлення можливих педагогічних чи фахових помилок чи неточностей при виконанні освітніх дій, вільний від впливу емоцій.

2. Науково-педагогічний працівник забезпечений у достатній мірі матеріально-технічним обладнанням та устаткуванням, методичною літературою, посібниками та ін.

Така певною мірою ідеалізація вимог потрібна для реальної оцінки існуючих перешкод, розуміючи, що результати дослідження неможливо встановити не абстрагуючись від різних несуттєвих обставин. Знаючи ідеалізований фізичний чи технічний процес простіше зрозуміти міру впливу

на нього побічних обставин: які з них враховувати, а якими знехтувати.

У цьому зв'язку ІЦТ володіють виключною характеристикою, що сприяє дослідженню предметної області, де відсутня попередня інформація шляхом і за рахунок накопичення інформації, насамперед, через спостереження. У навчальній діяльності студенти мають справу з активним спостереженням у штучно створеному освітньому середовищі, згідно освітньої програми навчального предмета (додаток Д). Не виключається і натурне спостереження.

Спостереження створює у студента чуттєвий образ досліджуваного фізичного чи технічного явища чи процесу в розвитку. Воно набуває якісної і кількісної міри результату в залежності від вибору системи виміру та поставлених завдань. Виходячи з окреслених нами вимог досягнення мети, студенти виступають ідеалізованими дослідниками в навчальній аудиторії, використовують ідеалізовані ІЦ засоби навчання й викладені в освітніх програмах із ФТД трансформовані з теорії знання. В результаті створюються сприятливі умови для розвитку ІЦК засобами ІЦТ, зменшується можливість допустити випадкові помилки. При виконанні практичних робіт із ІЦТ похибки цілісного дослідження враховуються за відомою теорією похибок [202], що є предметом окремого дослідження. При цьому важливим етапом навчального дослідження з використанням ІЦТ є порівняння отриманого результату з іншими методами дослідження, з'ясування суперечностей.

Прикладом можуть слугувати дослідження М. І. Садового та В. В. Слюсаренка [119; 121; 144; 145] з формування експериментаторської компетентності, Д. В. Соменка з використання апаратно-обчислювальної платформи Arduino в освітньому процесі з фізики [146] та запропоновані нами варіанти використання ІЦТ при навчанні ФТД (додатки Д.8–Д.12).

До XIII ст. знання мали практичний характер (див. розділ 1) і нерідко фантастичний теоретичний зміст. З цього часу почали надавати перевагу експерименту поряд з умоглядною аргументацією.

Умоглядні поняття полягають в розвиваючій ідеалізації емпіричних і теоретичних знань. У розвинених емпіричних поняттях і теоретичних уявленнях їхні наочні компоненти описуються кількісно. Якщо одну з

компонент намагатися привести до нуля, то інші досягають граничних меж. Наприклад, тверде тіло описується 4-а основними характеристиками: масою, формою, об'ємом, здатністю до деформації. Коли об'єм звести до нуля, то має місце матеріальна точка, в якій накопичується система образних ідеалів. Суб'єкт навчання, як дослідник приступає до спостереження певного структурного образу «гештальта». Він проявляється в уявленнях і сприйняттях.

Якщо в емпіричному спостереженні рій комах чи бджіл замінити на матеріальні точки, то одержиться модель ідеального газу. Таким чином, модель визначає зміст умоглядного поняття. Змістовий об'єм такого поняття ми називаємо генералізацією (див. п. 1.5). Змісту моделі одночасно приписуються сукупності предметів у одному і тому ж співвідношенні. Зокрема, якщо модель ідеального газу приписати реальним газам, то має місце одне умоглядне поняття, а якщо до сукупності реальних кристалів – то інше. Генералізація сприяє формуванню умоглядних понять. При їхньому формуванні вони набувають характеристик, які відсутні в емпіричних поняттях: ненаглядності та необхідності.

Умоглядні поняття ми ще називаємо конструктами. Їхнє накопичення дає можливість порівнювати їх із традиційними емпіричними і теоретичними поняттями. Встановлюються відношення, що формуються у вигляді загальних висловів. Усвідомлення висловів, які містять конструкти, називаються умоглядними принципами. Наприклад, ньютонівський вислів «Сила всесвітнього тяжіння діє на відстань миттєво» містить конструкт Й. Кеплера незалежно від вислову І. Ньютона. Тоді сформувавши принцип означає приписати конструкту певну ознаку, що не міститься у його означенні.

Розвиток ІЦК доцільно супроводжувати ознайомленням студентів із практичним застосуванням принципів у освітньому процесі. Зокрема, умоглядні принципи (споглядання, абстрактне уявлення дійсності) в першому наближенні нагадують роздуми Г. Лейбніца і І. Канта у частині синтетичних суджень про апріорі. Такі принципи не впливають із експерименту, а є результатом творчої уяви, синтетичної діяльності. Уява може створити самі

неймовірні комбінації дослідних даних, які суперечать теоретичним законам. Звідси випливає, що умоглядні принципи в апіорі мають глибший зміст ніж не фундаментальні теоретичні знання і не одержуються з експерименту. Принципи виникають на основі дослідних даних, їхній зміст не є великою творчою уявою і не є обов'язково необхідним, бо надає принципам подібність конвенціоналізму Пуанкаре (множина ідей у філософії, коли прийняття певних суджень, що означають розв'язання тих чи інших емпіричних проблем в околі наукової теорії випливає з прийнятих раніше понятійних угод учених у вигляді термінології). Такі угоди не є істинними й емпірично перевіреними. Вони приймаються для зручності і простоти. Аналізуючи аксіоматичний метод у математиці А. Пуанкаре зробив висновок, що аксіоми, леми, принципи є результатом угод дослідників і не мають дослідного походження, а вибір аксіоми випливає зі зручності для математичного доведення. Вказана ідея була перенесена на механіку Ньютона (ґрунтується на 12 лемах), термодинаміку (принципи термодинаміки), електродинаміку (принцип суперпозиції), оптику (принцип Гюйгенса) [14, с. 43–44]. Довільність, не володіє властивістю необхідності принципів і конструктів, вона є відносною (див. п. 1.3–1.5). Кількість довільних комбінацій старих знань не залежить від волі дослідника, який намагається перевести комбінації у дійсність.

Пропонована нами методика формування інтегративних понять з використанням умоглядних принципів полягає у з'ясуванні змісту й структури таких понять та методів їхнього навчання [123]. Істинність емпіричного дослідження проблеми, що складає систему з ФТД, буде залежати від того наскільки достатнім і переконливим буде накопичення елементарних емпіричних понять із проблеми, та настільки обґрунтованими будуть зв'язки між елементами (поняттями) системи, які встановлюються емпіричним, теоретичним шляхом чи методом інтерполяції. Результатом визначених дій є відшукування інтегральної емпіричної закономірності, яка не виражається на природній мові, бо тоді потрібна була б нескінчена кількість понять. Ми вбачаємо прояв такої закономірності як штучно створену за допомогою

фізичних понять та мови логіки, функцій чи аналітики математики. Така закономірність впливає з системного аналізу емпірично встановленої сукупності понять конкретної природничої чи технічної проблеми. Виходячи з цього ми виокремлюємо поняття, які володіють інтегративною властивістю для певної сукупності понять – генералізації (див. п. 1.5). Таке *поняття* ми назвали *інтегративним* (див. п. 3.2, п. 3.4). Воно докорінно відрізняється від наскрізного [123] своєю суттю, є більш загально-розвиваючим і об'єктивнішим. Крім цього, у разі використання уможливленого методу інтерполяції інтегративність дозволяє здійснити екстраполяцію у недосліджену студентом частину природного явища, яке вивчається у конкретній дисципліні та проаналізувати зв'язки між поняттями окресленого явища. Вона вирішується шляхом умовиводів і логіки. Такі дії приводять до виділення інтегративних понять, які відіграють більш узагальнюючу міжпредметну роль ніж наскрізні. Встановлення інтегративних зв'язків приводить до формування фундаментальних інтегративних емпіричних чи теоретично встановлених законів через класифікацію інтегративних емпіричних законів. Зокрема, таким законом є закон визначення тиску газу на стінки посудини. Він встановлюється лише після накопичення інтегративних закономірностей.

Ми дослідили інтегративність ймовірнісно-статистичних і термодинамічних законів молекулярної фізики та термодинаміки за допомогою оцифрування та комп'ютерного моделювання на рівні сучасних теорій, окреслили теоретичні питання впливу на теплові процеси цілісного ансамблю об'єму газу з залученням комп'ютерного моделювання та на цій основі розробили єдиний підхід до навчання змісту розділу з використанням розподілу Пірсона, Гіббса та Максвелла. Ми подаємо реальне загальне

рівняння $f(x) = \frac{1}{\alpha\sqrt{\pi}} e^{-\frac{x^2}{\alpha^2}}$ та 4 висновки, які зробив Д. Максвелл ($\pi - \pi$);

кількість частинок, швидкості яких знаходиться в інтервалі між x та dx , рівна

$N \frac{1}{\alpha\sqrt{\pi}} e^{-\frac{x^2}{\alpha^2}} dx$, де N – загальна кількість частинок, x , y , z – складові

швидкостей; число частинок, дійсні швидкості яких лежать між v та dv , дорівнює $N \frac{4}{\alpha^3 \sqrt{\pi}} e^{-\frac{v^2}{\alpha^2}} v^2 dx$; середнє значення швидкості $\bar{v} = \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}}$; середнє

значення квадрата швидкості $\bar{v}^2 = \frac{3}{2}\alpha^2$ [229, с. 380–381]. Крім цього, вчений

стверджував, що величина $Nmv^2 = N(mv)v$ для будь-яких газів за однакової температури є однакова. Д. Максвелл довів, що його закон розподілу (розподіл за швидкостями проходить за законом помилок) і співпадає з законом похибок Гаусса за умови, що просторові складові вектора швидкості є незалежними один від другого [229]. Сучасний вигляд розподілу Максвелла

за проекціями та швидкостями має вигляд $f(v) = 4\pi \left(\frac{\mu}{2\pi RT} \right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{\mu v^2}{2RT}}$.

Виходячи з одержаних результатів ми переглянули традиційне означення хаотичного руху (не має будь-якого переважного напрямку руху) та стану рівноваги (як незмінність термодинамічних параметрів системи). Слідуючи Д. Максвеллу: рівноважним станом називається стан, де число молекул із однаковими швидкостями до зіткнення має бути рівним числу молекул з такими ж швидкостями після зіткнення. Звідси випливає обґрунтоване поняття хаотичного руху: «рух молекул повністю хаотичний, якщо швидкості молекул розподілені за законом Максвелла» [11, с. 72–73].

На основі вказаних означень з метою комп'ютерного дослідження законів молекулярної фізики та термодинаміки ми окреслили інформаційно-ресурсну можливість сформуванню комп'ютерну програму розподілу Максвелла.

Розподіл для чотирьох газів (гелію, азоту, кисню та вуглекислого газу) при температурі 300 К у межах швидкостей від 0 до 1400 (рис. 4.13, а) та для різних температур (рис. 4.13, б) ми пропонуємо представити студентам у вигляді створеної у Лабораторії дидактики фізики, технологій та професійної освіти моделі (автори: М. І. Садовий, О. В. Резіна, О. М. Трифонова).

Досліджуючи найбільш ймовірну, середньоквадратичну, середньо-арифметичну швидкості ми зробили висновок, що у розподілі вчені не

визначили роль кожної з них. Розглядаючи дослід О. Штерна О. К. Кікоїн вказує, що швидкість у досліді складає $v \approx 1,3\bar{v}$ [57, с. 42], а відповідно не враховано у навчальних посібниках фізичного змісту поняття тиску газу на стінки посудини, визначення поняття температури та інших понять молекулярної фізики та термодинаміки. Реальну картину можна розкрити при розгляді цих понять через аналіз розподілу Максвелла. Ми поняття температури розглядаємо як фізичну величину, яка визначає динамічну рівновагу в ймовірнісній, середньоарифметичній та середньоквадратичній швидкостях.

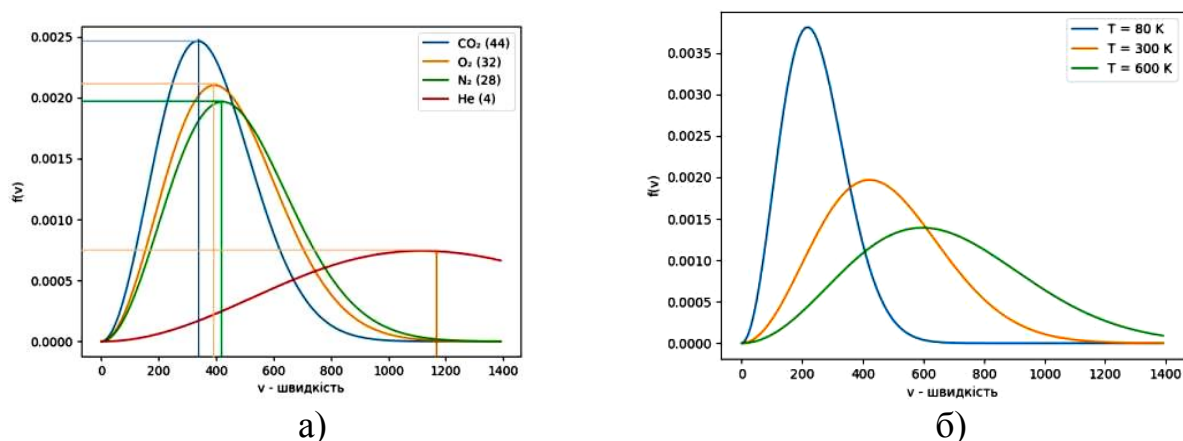


Рис. 4.13. Розподіл Максвелла

Виходячи із окреслених означень ми здійснили аналіз основних понять всього курсу молекулярної фізики та термодинаміки [166].

Отже, фундаментальний емпіричний інтегративний закон визначається через математичний чи логічний зв'язок емпірично встановлених інтегративних законів визначеної предметної галузі. Він має функції: емпіричного пояснення та передбачення; відокремлення істинного від помилкового. Елементарні закони пояснюють емпіричні факти, фундаментальний пояснює всі відомі інтегративні закони з визначеної предметної галузі і передбачає нові інтегративні закони, наприклад, формулу Пуассона.

Аналогічно цифровій трансформації технології дослідження інтегративних закономірностей для газів, теорема Гаусса, є фундаментальною інтегративною для емпірично визначеної напруженості електричного поля й її використання для обчислення поля заряджених тіл, емпірично визначеного електричного поля у діелектриках і провідниках, де використовуються ідеї симетрії,

відносності, електромагнітної взаємодії та методів диференціального та інтегрального числення у студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» при вивченні розділу «Електродинаміка» з точки зору розробленої нами методики.

Таким чином, на основі системи фундаментальних інтегративних емпіричних законів будується формалізована дедуктивна система – феноменальна структура понять ФТД, які забезпечують розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. Особливістю такої структури є фізичний чи технічний зміст наповнений емпіричними поняттями (ідеальний газ, температура, тиск, ізопроцеси, рівняння стану газу та ін.), що формалізуються ІЦ методами, входять у фундаментальний інтегративний закон.

Подальше емпіричне накопичення фактів у дослідженні певної предметної галузі приводить до відкриття ширшого фундаментального емпіричного закону (образно ІІ порядку), наприклад, рівняння Менделєєва-Клапейрона, який пояснює фундаментальний закон І порядку (закон Бойля-Маріотта, Шарля, Гей-Люссака) й окреслює новий фундаментальний закон І порядку іншої предметної галузі (залежність тиску від температури на кривій співіснування фазових станів $\frac{dp}{dT} = \frac{Q}{T\Delta V}$, де p – тиск, T – температура, Q – прихована теплота, ΔV – зміна об'єму речовини при фазовому переході). Таке передбачив Е. Клаузіс (1834) виходячи з емпіричних інтегральних законів термодинаміки. Передбачення неможливе без шуканого фундаментального закону ІІ порядку. Виникає емпіричний парадокс, розв'язання якого потребує вже не емпіричних методів дослідження, а умоглядних і теоретичних.

Узагальнюючи ці міркування ми приходимо до висновку, що емпіричні дослідження у різних галузях передбачають відповідне співвідношення між узагальненою фундаментальною умоглядною теорією (інтегративний закон ІІ порядку) та емпіричним інтегративним законом І порядку, що забезпечує розвиток ІЦК (рис. 4.14). Такий інтегративний закон пояснює відомі фундаментальні закони І порядку і передбачає встановлення математичних

моделей [103; 104] – рівнянь, які пояснюють закономірності іншої предметної галузі. Проте досягнувши побудови феноменологічної структури необхідно залучати теоретичний рівень дослідження – створення теорій.

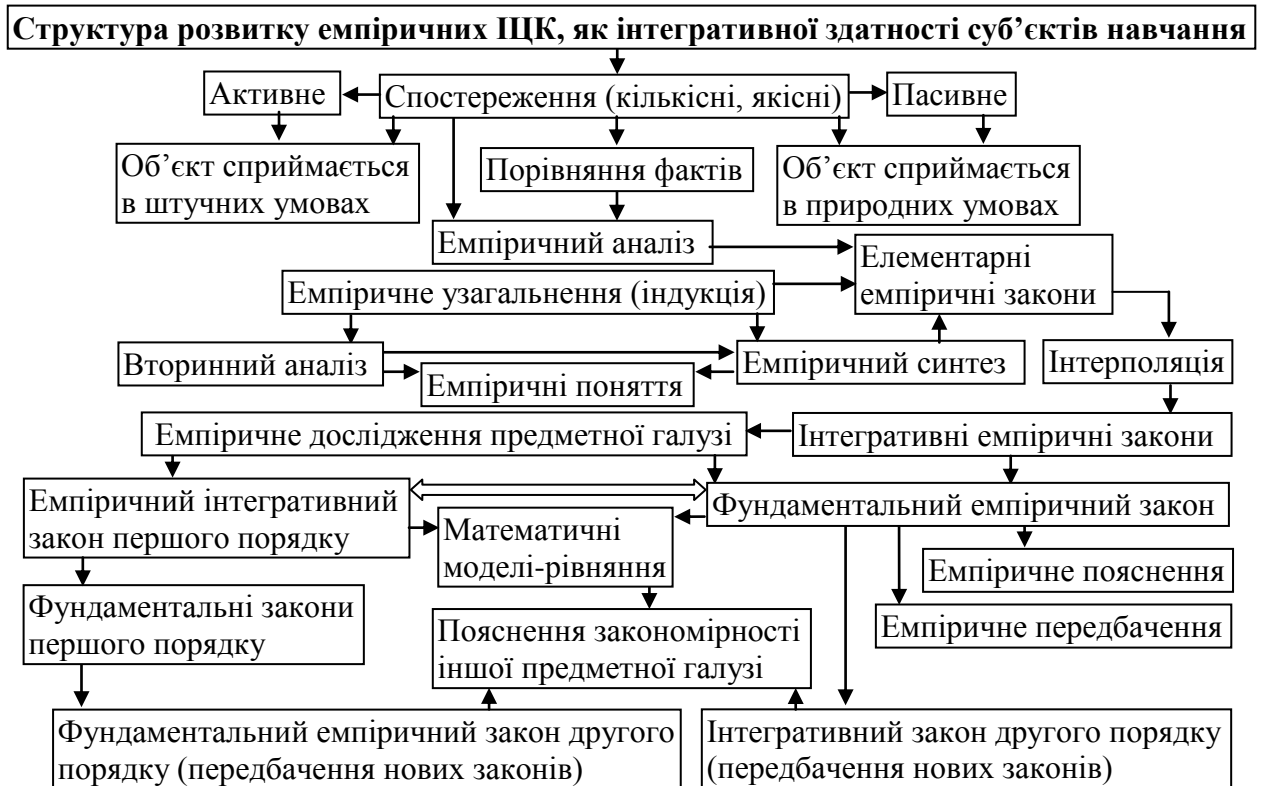


Рис. 4.14. Структура розвитку ІЦК, як інтегративної здатності студентів

Джерелом теоретичного знання є сприймання знакових спостережень сприйнятих усно чи з тексту інформації. Має місце стадія не фундаментального теоретичного дослідження, коли чуттєве сприймання не зводиться до сприймання об'єкта дослідження безпосередньо через прилад. Технологія знакового спостереження потребує розшифрування знаків, створення їх комбінацій з наступною перевіркою правильності розшифрування через реакцію зі сторони другого дослідника та складання ним другого тексту досліджуваної інформації. Тоді знакова уможливлена інформація та результати експерименту запам'ятовуються, і потрібна інформація черпається у міру необхідності, тобто дослідник емпіричні результати розглядає через накопичені теоретичні знання (рис. 4.15).

Логічний ланцюжок має вигляд: студент замість фундаментального емпіричного закону II порядку використовує старий фундаментальний теоретичний закон. Такий (старий) закон відрізняється від нефундаментального

тим, що його не можна одержати дедуктивним шляхом із використанням наявних законів. Нефундаментальний теоретичний закон пояснює відомий фундаментальний закон I порядку і передбачає новий фундаментальний закон I порядку. Зокрема, класична теорія статистичної рівноваги описується фундаментальним теоретичним законом – розподілом Гіббса $\rho = \frac{1}{ze^{-\epsilon/\theta}}$, з якого дедуктивним шляхом одержується новий нефундаментальний теоретичний закон – рівняння стану газу $p = nkT$, який пояснює фундаментальний емпіричний закон $pV = RT$. З останнього виводиться новий нефундаментальний теоретичний закон $\frac{d\vec{k}}{dt} = \frac{\partial\omega}{\partial\vec{r}}$ рівняння стану ідеального кристалу (ω – частота коливань, \vec{k} – хвильовий вектор) [103]. Знаючи останній передбачаючи новий фундаментальний емпіричний закон – рівняння стану реального кристалу для різних умов [14, с. 37–38].



Рис. 4.15. Структура розвитку теоретичних ЦК, як інтегративної здатності суб'єктів навчання (ФТЗ – фізичні теоретичні знання, ФЕЗ – фізичні емпіричні знання)

Сформована нами підхід у дослідженні передбачає, що після того як

фундаментальний закон встановлено, його необхідно співставити з дослідом. Достовірність закону перевіряється методом потенціальної дедукції. Результат перевірки є і постановкою нової проблеми. Виникає проблема визначення того, наслідки вони найбільш ймовірні, що вирішується методами формальної логіки. У множині принципів, що мають однакові конструкти, є різні ступені спільності (квазінезалежні). Принцип сили тяжіння між масами та принцип поширення сили тяжіння з кінцевою швидкістю мають однакові конструкти. Перший принцип має більшу спільність ніж другий, бо другий передбачає існування першого (сумісний із принципами близькодії і далекодії), а перший не передбачає наявності другого. Відносно принципу близькодії є квазінезалежний принцип, згідно якого сила тяжіння поширюється зі швидкістю світла. Отже, принцип близькодії сумісний як із квазінезалежним принципом, так і з принципом, коли сила тяжіння поширюється зі швидкістю меншою швидкості світла. Множина квазінезалежних принципів p_1, p_2, p_3 відносно принципу P передбачає множину можливих наслідків принципу P . Тоді виокремлюються проблеми, які з наслідків є найімовірнішими. Проблему можна вирішити наступним чином. Нові емпіричні та старі теоретичні знання володіють компонентом про факти, закони. Поряд із ними існують не знання певних фактів, законів. Виникає проблема у вигляді запитань. Будь-яка процедура вирішує певну проблему й одночасно ставить нову, тобто результат є розв'язанням проблеми і постановкою нової проблеми. Коли результат позитивний, то і проблема поставлена вірно і навпаки.

Вказане правило свідчить, що фундаментальні проблеми є зв'язаними між собою і мають одне джерело. Програма, що ґрунтується на цьому правилі називається *теоретичною концепцією*. Вона не є в повній мірі умоглядною, бо зв'язана з реальною змістовою проблематикою та ймовірною логікою.

Наступна стадія для студентів полягає у з'ясуванні формування теорії як *схеми*, як системи фундаментальних теоретичних законів. Прикладом схеми є рівняння Максвелла, що містять нові конструкти: струм зміщення, струм провідності, електромагнітне поле, мова векторного аналізу, електрична

індукція, оператор дивергенції, оператор ротора (нова мова відрізняється від емпіричного і теоретичного знання: закон Ампера, закон Фарадея, теорема Гауса, рівняння Пуассона).

Звідси випливає, що фундаментальний теоретичний закон відрізняється від фундаментального експериментального закону за ознаками:

- змісту через конструкти, а не через емпіричні поняття;
- форми через нову штучну мову, яка відрізняється від нової емпіричної і старої теоретичної мови.

Схема перевіряється дослідом, і у випадку позитивних наслідків із фундаментального теоретичного закону може мати подальший розвиток. Коли такого співпадання немає, то слід використати поняття строгого доведення.

Коли фундаментальне теоретичне дослідження за формою співпадає з нефундаментальним дослідженням, то воно набуває гіпотетичного характеру (див. п. 1.1, п. 1.5). Гіпотеза є правдивою, коли узгоджується зі старим фундаментальним емпіричним законом і передбачає новий такий закон. Вона є формою пізнавальної діяльності студентів, способом мислення про здогад, що тимчасово вважається істинним, поки не буде перевірено дослідно [32].

Звертаємо увагу студентів, що у наукових дослідженнях під *дослідною (теоретичною) програмою* розуміється система теоретичних принципів. У випадку фундаментального теоретичного дослідження під теоретичною програмою розуміється умоглядний принцип. Прикладом є принцип інерції Галілея, на основі якого І. Ньютон із множини рівнянь, що відображають рух матеріальної точки, обрав одне, але вдале (другий закон Ньютона).

М. Фарадей в електродинаміці висунув принцип близькодії, який дав можливість Д. Максвеллу з множини рівнянь електродинамічної системи вибрати чотири рівняння, які описують електромагнітне поле.

Вибір теоретичних принципів із незалежних умоглядних відмінний від обґрунтованого виводу, де функціонує логічна залежність принципів. Неминучість вибору й означає логіку відкриття. Так М. Планк був змушений вибирати: неперервне чи дискретне. Цей вибір не був логічною операцією.

Теоретичний принцип відмінний від теоретичного фундаментального закону. Перший є умоглядним і одержується шляхом заміщення конструктів старої математичної структури. Теоретичний закон виражається новою математичною структурою, й її не можна одержати дедуктивним шляхом із старої [14, с. 47]. Виходячи з вказаного висновку за допомогою теоретичного принципу ми вибираємо таку структуру ІЦК (рис. 4.2), з якої дедуктивно одержуємо закономірність її функціонування. У такий спосіб при навчанні ФТД ми розділяємо закони від принципів. Ми пропонуємо здійснити аналіз навчальної інформації з точки зору способу вибору умоглядного принципу з віднайдення фундаментальних теоретичних законів ученими. У ньютонівській теорії тяжіння фігурує функціональна залежність $|\vec{F}| \sim \frac{1}{r^2}$. Умоглядний принцип такої залежності був відомий ще з часів да Вінчі, І. Кеплера, П. Бугера з залежності зміни освітленості від відстані до джерела світла та ін.

Отже, основною ідеєю розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД є систематичний пошук нового нефундаментального теоретичного закону за визначеним ланцюжком логічних і математичних перетворень дедуктивним шляхом строгого теоретичного доведення. Із множини доведень треба вибрати те, що задовольняє фізичні та технічні закономірності.

У цьому випадку мають місце три варіанти:

– із фундаментального теоретичного закону однієї з фундаментальних взаємодій Φ_1 у результаті аналізу та синтезу об'єкта дослідження дедуктивним шляхом одержується новий нефундаментальний закон, який пояснює всі відомі емпіричним шляхом встановлені закономірності, перевірені експериментом. На основі нового закону створюється теоретично обґрунтована система знань, трансформована з науки [63]. Л. Д. Ландау на основі законів квантової теорії створив теорію надтекучості рідкого гелію;

– фундаментальних законів, що пояснюють емпірично встановлені закономірності, недостатньо для утвердження істинності, до цього необхідно залучити фундаментальні закони з інших предметних галузей. Якщо

сукупність таких фундаментальних законів приводить до створення нового нефундаментального закону, що пояснює всі відомі емпіричні факти і передбачення, то виникає комплексна теорія, наприклад, магніто-резонансна томографія, мехатроніка, робототехніка;

– коли застосування фундаментальних законів до пояснення емпіричних фактів різних предметних галузей не повною мірою пояснює всі властивості явища, то виникає гібридна теорія. Вона є вищим рівнем розвитку ніж складові. До таких теорій відносяться механічні теорії електромагнітного поля ХІХ ст. Кельвіна [14, с. 39].

Таким чином, фундаментальні теоретичні інтегративні дослідження починаються з вибору із множини можливих уможлядних принципів обмеженої їх кількості (краще одного). Відповідно теоретичне емпіричне дослідження неможливе без уможлядного. Фундаментальне теоретичне дослідження проходить чотири стадії: теоретична програма → теоретична схема → теоретична гіпотеза → фундаментальна теорія. Теорію можна розглядати як повернення в процес розвитку дослідження від уможлядної парадигми до феноменологічної системи на основі одержаної теорії. Вибір теоретичного принципу з множини уможлядних здійснюється через дослідну перевірку. Якщо до створеної моделі додати суб'єкт навчального дослідження, то має місце його взаємодія з об'єктом і засобами дослідження. Таке дослідження перетворюється у метаемпіричне, але з іншим об'єктом.

Нині заклади освіти мають можливість забезпечити освітній процес цифровими вимірювальними комп'ютерними комплексами для природничих та технічних дисциплін, затверджений наказ МОН України № 704 від 22.06.2016 р. «Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів». Згідно цього наказу в освітньому процесі з природничих та технічних дисциплін можна використовувати різні цифрові вимірювальні комп'ютерні комплекти, наприклад, лабораторія TESLALab, лабораторія з комплектами фірми Phyuwe (додаток Д.12),

Житомирський лабораторний комплект; 3D принтер (рис. 4.16), квадрокоптер (рис. 4.17), набір LEGO MINDSTORMS Education EV3 (рис. 4.18), та ін. Загалом вони подібні та забезпечують освітній процес експериментальними засобами.

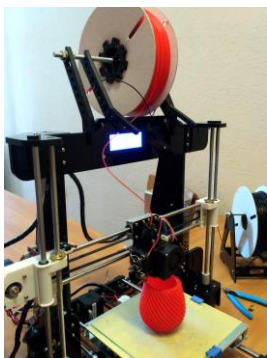


Рис. 4.16. 3D принтер

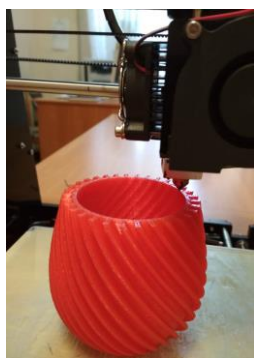


Рис. 4.17. Квадрокоптер

У монографії [166] приведено комплектацію цифрових вимірювальних комп'ютерних комплексів [201] для кабінетів природничих дисциплін.

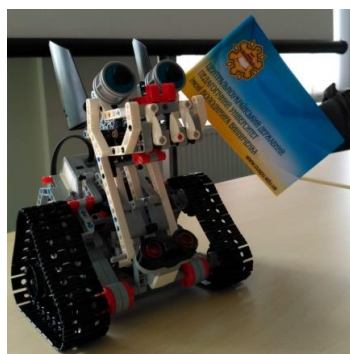


Рис. 4.18. Набір LEGO MINDSTORMS Education EV3

Структура функціонування лабораторії TESLALab (рис. 4.19) включає комплект цифрового обладнання для студентів, де здійснюються навчально наукові дослідження. До складу лабораторії TESLALab (у повній комплектації) входять робоче місце викладача та робочі місця суб'єктів навчання на основі унікального вимірювального блоку та набору цифрових датчиків.

На робочому столі майбутнього фахівця ЦТ розміщуються дослідна установка, до якої приєднується відповідний датчик, який сприймає сигнал і перетворює його в електричні імпульси, подаються на вимірювальний блок, який перетворює їх у сигнал, що сприймається ПК. Результати лабораторної роботи відображаються на екрані цифрового блоку студента та на моніторі. Результати вимірювань, їхня візуалізація у вигляді графіків чи таблиць

забезпечується ПЗ. Студент має можливість виконати дослідницьку роботу, а викладач у потрібний момент надати студентам допомогу, проконтролювати перебіг її ходу. Робоче місце викладача обладнано пристроями, які дають можливість спостерігати та керувати роботою всіх вимірювальних комплектів.

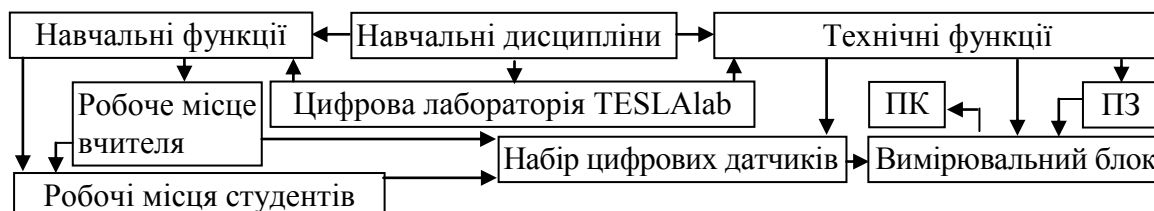


Рис. 4.19. Структура функціонування цифрової лабораторії TESLAlab

Таким чином, результати розробленої дослідницької лабораторної роботи пояснюють фундаментальний емпіричний закон, передбачають нові закономірності, що погоджується з експериментом.

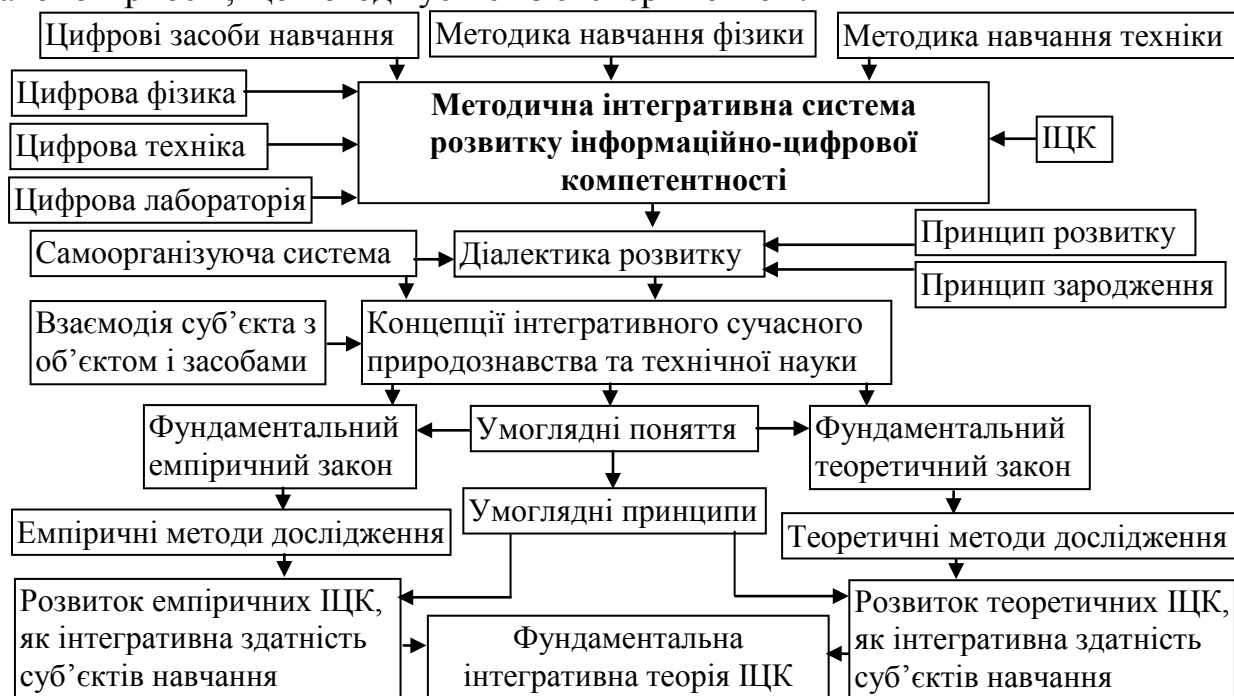


Рис. 4.20. Модель методичної інтегративної системи розвитку ІЦК [161]

На основі викладеного ми сформуваємо *модель методичної інтегративної системи розвитку ІЦК* (рис. 4.20), що включає елементи методичної спрямованості, що зосереджені навколо поняття моделі та блоку концепції інтегративного сучасного природознавства та технічної науки, що концентруються на поняття фундаментальної інтегративної теорії ІЦК. Сформована модель має формальну (елементні блоки щодо теорії) і змістову характеристику. Елементні блоки містять визначення, принципи фундаментальні (емпіричні та

теоретичні) і нефундаментальні емпіричні закони. Частина з них формалізовані.

Таким чином, створена нами модель методичної інтегративної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ в процесі навчання ФТД є основою для формування конкретної методики навчання природничих і технічних дисциплін та створення відповідного освітнього середовища.

4.3. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій на першому та другому рівнях вищої освіти

Нині освітня галузь набуває ІЦ рівня, де залучені значні інформаційні потоки (див. п. 4.1). Постає потреба визначити методи і засоби їхньої обробки, використання, узгодження у спілкуванні. Це вимагає нового бачення формування визначеної стандартом вищої освіти інформаційної компетентності, яка нині потребує модифікації вже на рівень ІЦ, де нагальним є перетворення великого обсягу інформації у цифрову. Такий підхід передбачає формування кваліфікованого фахівця освітньої галузі здатного досягти принципово нових якісних і кількісних результатів. З огляду на цю проблему, актуальним є наукове обґрунтування теоретичних і психолого-педагогічних аспектів створення методичної системи розвитку ІЦК майбутнього фахівця ЦТ у процесі навчання ФТД у ЗВО [179]. Стан дослідження ІК компетентності ми виокремили за напрямками: природничо-математичним, інформаційно-комунікаційним, гуманітарний, інженерно-економічний, управління, соціально-педагогічний, IV-й рівень акредитації (додаток Б.3).

Анкетування дослідників різних галузей знань (додаток В.5.4) показало, що цифровізований власний сайт для професійної діяльності мають 42,6 % опитаних, використовують мультимедійні дошки – 41,7 %, хмарні сервіси – 36,8 %, створили онлайнві додатки для системного контролю діяльності – 28,7 %, є учасниками спільного навчального контенту в соціальних мережах – 24,1 %, мають власне е-портфоліо – 19,4 %, використовують дистанційну форму навчання – 17,8 %, використовують віртуальні дошки – 15,7 %,

розмістили власні відеоматеріали на своєму каналі You Tube в Інтернеті – 12,6 %, користуються електронними підручниками, посібниками – 11,3 %, створили цифрову лабораторію – 9,4 %, проводять вебінари одиниці опитаних, беруть участь у онлайн-конференціях – 5,7 % респондентів. Аналогічні результати (від 10 до 40 %) одержали щодо створення та використання віртуального та перевернутого класу, кібербезпеки, системи управління e-learning та управління освітнім процесом, курсу (CMS), гейміфікації, персоналізації, цифрового сторітелінгу (цифровізація розповідання історій) та ін. Для з'ясування причин порівняно низького рівня застосування цифровізованих засобів навчання вказані дані обговорювалися на науково-практичних конференціях і викладені у статтях [179].

Крім цього виходячи з одержаних даних опитування ми здійснили аналіз основних публікацій дослідників у фахових виданнях педагогічних ЗВО останніх двох років на предмет розробки вказаних показників ІЦК у різних галузях діяльності провідними вченими (додаток В.5.4). Одержані дані в основному співпадають і з результатами аналізу тематики доповідей науково-практичного семінару, який проводився 28 лютого 2018 р. в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України [200]. Загалом під поняттям ІЦК дослідники вбачають критичне застосування ІКТ, ІЦТ суб'єктами навчання ХХІ ст. у навчанні, побуті, професійній діяльності, публічному просторі та приватному спілкуванні.

Аналіз показав (додаток В.5.4), що впровадження ІЦТ в освітній процес закладів освіти знаходиться на початковому рівні. Анкетування та співбесіди виявили причини такого стану: несформованість методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців, зокрема ФТД, що гальмує випереджувальний неперервний професійний ріст спеціалістів із використанням ІЦТ; недостатня розробленість організаційно-педагогічних умов для неперервного розвитку ІЦК майбутніх фахівців у галузі ІЦТ; відсутність досвіду створення нових продуктів із використанням ІЦТ; STEM-технології як засіб формування ІЦК учителів та учнів (О. С. Мартинюк [89]) [179].

З додатків Б.3 та В.5.4 випливає, що поняття ІК компетентність дослідники розглянули досить ґрунтовно, чого не можна сказати про ІЦК.

Методична система розвитку ІЦК має базуватися (див. пп. 4.2) насамперед на ІЦ середовищі, що має складові: рамка цифрового навчання [112], статус суб'єкта навчання в межах об'єкта, умови доступності, форми створення освітніх співтовариств для підвищення ефективності упровадження ІЦТ, стабільність розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ІЦТ, постійний обмін досвідом, банк спеціалізованих послуг, система тестів самооцінки ІЦК, методологія взаємодії ІЦК зі змістом учіння.

Перераховані та інші елементи в сукупності складають середовище, яке ми назвали *інформаційно-цифровим середовищем* і визначили принципи його функціонування, які апробовані на практиці [178; 179]:

- багатокомпонентності як підсистема, де елементами є навчально-методичне забезпечення; науково обґрунтоване ПЗ, система тренінгу; контроль знань за сітковим графом; сучасні технічні засоби; серверна база даних, інформаційно-довідкова система; сховища інформації – сервери будь-якого типу, включаючи графіку, відео й ін. та взаємозв'язки між ними;

- підсистеми інтегративності, як достатня сукупність наскрізних, генеруючих, фундаментальних знань у галузях науки і техніки з вільним доступом до світових цифрових ресурсів, як системи з профілями підготовки фахівців, міждисциплінарними зв'язками, інформаційно-довідкової бази додаткових навчальних матеріалів, що деталізують і поглиблюють знання;

- статистично обґрунтованої розподільності інформаційного компонента за серверами (сховищами) інформації сучасних технічних засобів;

- обґрунтованої психолого-педагогічної адаптивності традиційної системи освіти та сучасної ІЦ, де створене інформаційне ядро згідно потреб суспільства;

- узагальненого європейського досвіду, зокрема «2.0: Digital Competence Framework for Citizens» [211], де визначені компетентності суб'єкта навчання в частині використання новітніх технологій у виробництві, навчанні, праці з обов'язковими оновлювати її впродовж усього життя.

Отже, ці принципи [178; 179], методичні засади (див. п. 4.2), концепція (див. п. 4.2) складають систему розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД, що включає цільовий, теоретико-методологічний, стратегічно-нормативний, організаційно-змістовий, діагностичний і результативний компоненти (рис. 4.21). У системі елементи моделі взаємозв'язані між собою, що технологічно забезпечується організаційно-педагогічними умовами [179]. Цілісна система є основою для побудови моделі розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у ході, насамперед навчання ФТД (рис. 4.21). Так як ІЦК є багатокомпонентною (див. п. 4.1), то ми виділили найвагоміші для підготовки майбутніх фахівців ЦТ – науково-дослідні компоненти.

Згідно Закону України «Про вищу освіту» вища освіта має дворівневу структуру підготовки. С. С. Вітвицька [22] зазначає, що підготовка магістрів здійснюється відповідно освітніх програм, що орієнтовані на підготовку конкурентноздатних викладачів і науковців-дослідників, які вміють застосовувати ІЦТ, орієнтуватися у всесвітньому інформаційному та науковому просторах.

У відповідь на запити суспільства МОН України затвердило «Концепцію розвитку педагогічної освіти» (наказ від 16.07.2018 р. № 776), якою передбачає підготовку кваліфікованих кадрів для Нової Української школи. Ми вважаємо, що реалізація задуму можлива в умовах дотримання принципів цифровізації (рис. 3.23), реалізація яких передбачає перенесення особливих акцентів на підготовку майбутніх фахівців ЦТ при навчанні ФТД, зокрема на другому (магістерському) рівні вищої освіти. За цих умов, варто детальніше зупинитися на вимогах до підготовки саме зазначеного рівня фахівців.

Поняття «магістр» ми розглядаємо як другий рівень вищої освіти при підготовці фахівця, який докорінно відрізняється від бакалавра (додаток Б.1), тим, що він на базі кваліфікації бакалавра здобув поглиблені наукові та спеціальні знання і навички гостро інноваційного характеру. Обов'язковим елементом має бути практичний досвід продукування та застосування інновацій для розв'язання проблемних професійних завдань у освітній галузі, зокрема ІЦТ [165; 175].

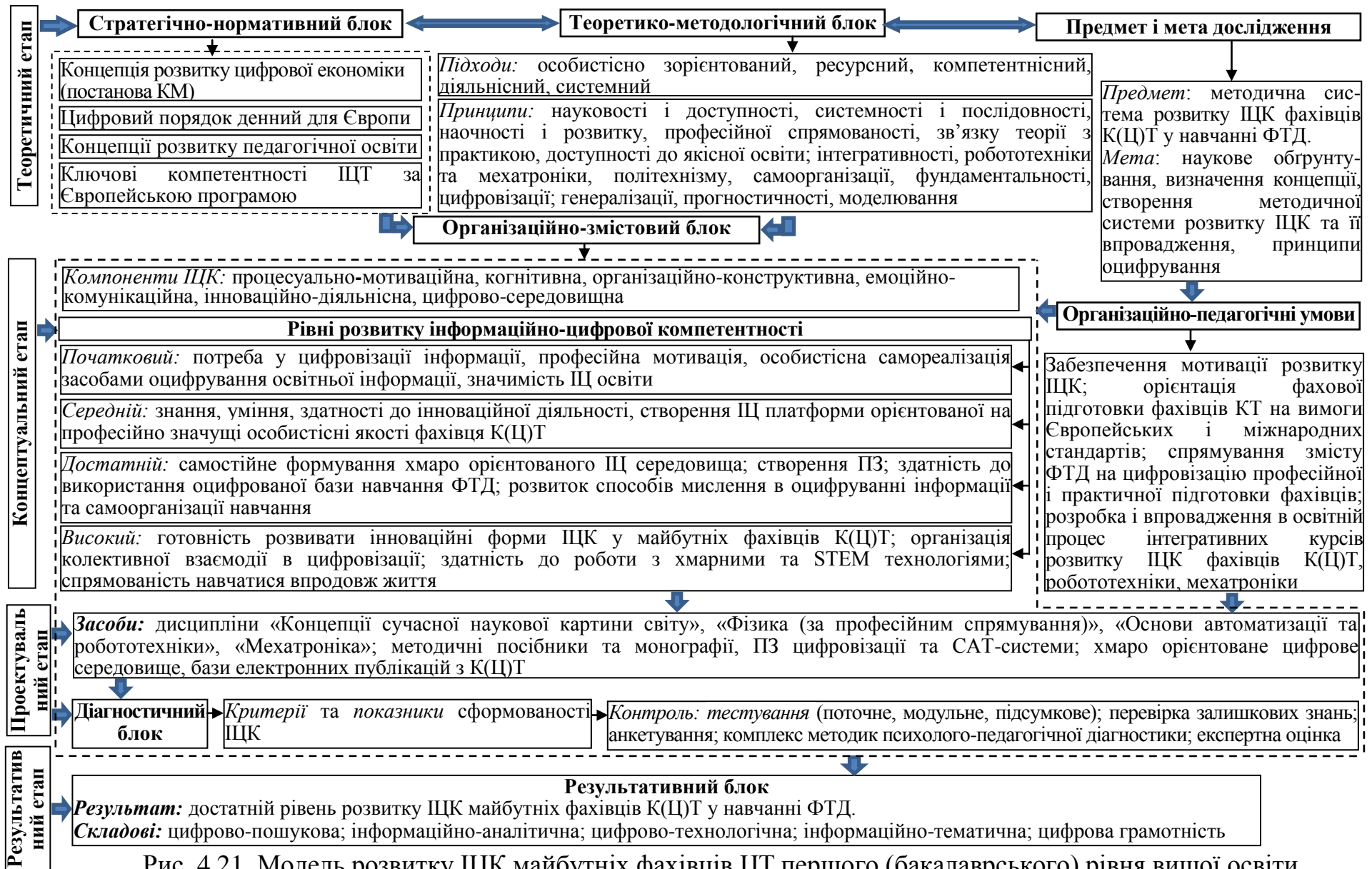


Рис. 4.21. Модель розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Як показують проведені нами дослідження (див. п. 4.1), термін «цифрова компетентність» в країнах зарубіжжя (Європа, США, Китай) і в Україні [212; 214; 228; 233] є порівняно новим. Початок цифровізації в Україні пов'язують з затвердженням «Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки» (2018) [68]. Нині якість фахівця визначається рівнем розуміння візуального сприйняття і практичної готовності використовувати ІКТ, ІЦТ, ХТ та поінформованості щодо інновацій у галузі ЦТ.

В. Ю. Биков, Л. Г. Гаврілова, В. М. Горленко, В. М. Гриньова, О. О. Гриценчук, Р. С. Гуревич, О. А. Жерновникова, І. В. Іванюк, С. П. Касьян, О. Є. Кравчина, І. Д. Малицька, О. О. Мартинюк, І. О. Мороз, О. В. Овчарук, С. М. Прохорова, О. Г. Романовський, Г. В. Сакунова, Н. В. Сороко, Я. В. Топольник, В. В. Фазан, Л. А. Штефан, Р. Fisser, М. Hoeven, А. Thijs та ін. досліджують методологію, теорію, досвід і проблеми впровадження ІТ, ІКТ, ІЦТ та інноваційних методик їхнього використання в освітньому процесі ЗВО [9; 29; 39; 45; 85; 88; 99; 192; 113; 138; 148; 193; 200, с. 16–17, 22–24, 29–30; 237]. Узагальнення зарубіжного та вітчизняного досвіду [159] дало змогу визначити основні напрями наукових пошуків дослідників із окресленої проблеми: загальні моделі формування тієї чи іншої компетентності у майбутніх фахівців різних галузей без акцентування уваги на рівні підготовки (бакалавр чи магістр). Не приділено належної уваги особливостям моделі розвитку відповідної компетентності магістрів, а отже є потреба окремо розглянути модель розвитку ІЦК майбутніх магістрів ЦТ як запоруки ефективності впровадження принципів цифровізації.

У процесі підготовки магістрів професійної освіти з напрямку ЦТ невід'ємної складовою знань і практичної діяльності в інформаційно-техногенно-цифровому просторі, інтегратором ЗУН усвідомлено опрацьовувати інформацію, використовувати її цифрові носії під час навчання, зокрема ФТД, має стати ІЦК.

Ми здійснили аналіз урядових постанов і наказів МОН України, досліджень учених на предмет з'ясування відмінності між показниками компетентності бакалаврів і магістрів (табл. 4.3). Аналіз розвитку ІЦК у майбутніх фахівців

ЦТ на другому (магістерському) рівні вищої освіти та змісту освітньої програми їхньої підготовки (рис. 3.8) [65] (додаток Б.2) дав змогу виокремити педагогічні та інженерні блоки, які представлені ціннісно-мотиваційним, змістовим, діяльнісним і рефлексивним компонентами [165; 175]:

Таблиця 4.3 [165]

Порівняння рівнів вищої освіти бакалавра та магістра

№ п/п	Рівень бакалавра ЦТ	Рівень магістра ЦТ
1	Рівень компетентності для практикуючого фахівця	Вищий рівень спеціальної компетентності для роботи за професією націлену на наукову роботу
2	Загальнонаукова і загальнопрофесійна вища освіта першого ступеня	Вища освіта другого ступеня з більш вищою зарплатою
3	Базові практичні і теоретичні компетентності фахівця ЦТ	Глибока практична і теоретична підготовка за обраним напрямом
4	Педагогічна робота	Викладацька та наукова робота
5	Можливе, але не обов'язкове написання кваліфікаційної роботи	Обов'язкове написання кваліфікаційної роботи
6	Можливість вступити до магістратури різних спеціальностей	Можливість навчатися за іншими магістерськими програмами, а також в аспірантурі та докторантурі, працювати в органах управління, займати керівну посаду
7	Практичний кадровий викладач	Націленість на досягнення вершин науки
8	Написання реферату	Написання наукових статей
9	Вступ за результатами ЗНО	Вступ за екзаменами та ЗНО з іноземної мови з фаху
10	Вступ на моноспеціальність	Навчання за різними спеціальностями
11	Формуються задатки практичного працівника	Формуються задатки вченого, заява про себе в наукових колах
12	Виконання проектів за зразком, широка спеціалізація	Науково-дослідна діяльність, теоретичні основи проектування та аналітичні навички, вузька спеціалізація

Ціннісно-мотиваційний компонент представлений метою, мотивами, потребами у навчанні, ЦТ. Психолого-педагогічний блок представлений категоріями самовиховання, саморозвитку, ціннісними установками, актуалізацією освітньої діяльності, розвитку кмітливості та творчості студентів.

Змістовий компонент відображає наявність навичок працювати з інформацією, здатність застосовувати наукові методи взаємодії з цифровими об'єктами, що забезпечують формування відповідних якостей науковця.

Діяльнісний компонент майбутніх інженерів-педагогів передбачає формування навичок до науково-обґрунтованого застосування ЦТ в професійній діяльності і виступає засобом розвитку ЦК та її вдосконалення.

Рефлексивний компонент відображається у ставленні магістра до оточуючого світу, розумінні свого місця в ньому, самооцінці власних вмій до майбутньої професійно-дослідницької діяльності.

Дані компоненти стали основою для створення моделі розвитку ІЦК майбутніх магістрів ЦТ (рис. 4.22) [165], яка охоплює три етапи:

Перший етап (теоретико-методологічний) містить три блоки: стратегічно-нормативний, науково-методологічний та предмет і мету.

Другий етап (концептуальний) відображає науково-педагогічні лінії, змістово-наукове наповнення та засоби забезпечення розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. Акценти здійснено на проблемно-дослідне, студентоцентроване, інноваційне навчання та самонавчання. За цих умов роль домінуючого підходу відведена інтегративному, що застосовується до формування змістових ліній через упровадження інтерактивних, ІЦ, саморозвиваючих технологій і засобів навчання. Зазначений функціонал відбувається в ІЦ середовищі, де зміст і науково-методичне забезпечення, віртуальні форми супроводу самостійної роботи майбутніх магістрів відіграють вирішальну роль. Зміст навчання ми пропонуємо формувати за структурно-логічною схемою, основою для складання якої є державний стандарт та відповідні освітні програми підготовки фахівців ЦТ. Особливої уваги потребують науково-методичне забезпечення та дослідницько-спрямований дидактичний навчальний матеріал із ФТД, що забезпечують розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. За цих умов нами виокремлено поняття інтегративної компетентності як готовності майбутнього магістра розв'язувати задачі та проблеми дослідницького характеру, що пов'язані з інноваційною освітньою та виробничо-практичною професійною діяльністю. Остання, виходячи з тенденцій цифровізації, характеризується невизначеністю умов і вимог. Необхідною умовою підготовки магістра є залучення його до наукової діяльності (не менше 30 % навчального часу), висвітлення результатів у наукових статтях, виступи на науково-практичних конференціях, створення ППЗ, тому науково-педагогічні лінії розвитку ІЦК охоплюють фундаментальне (поглиблене) науково-дослідницьке, психолого-

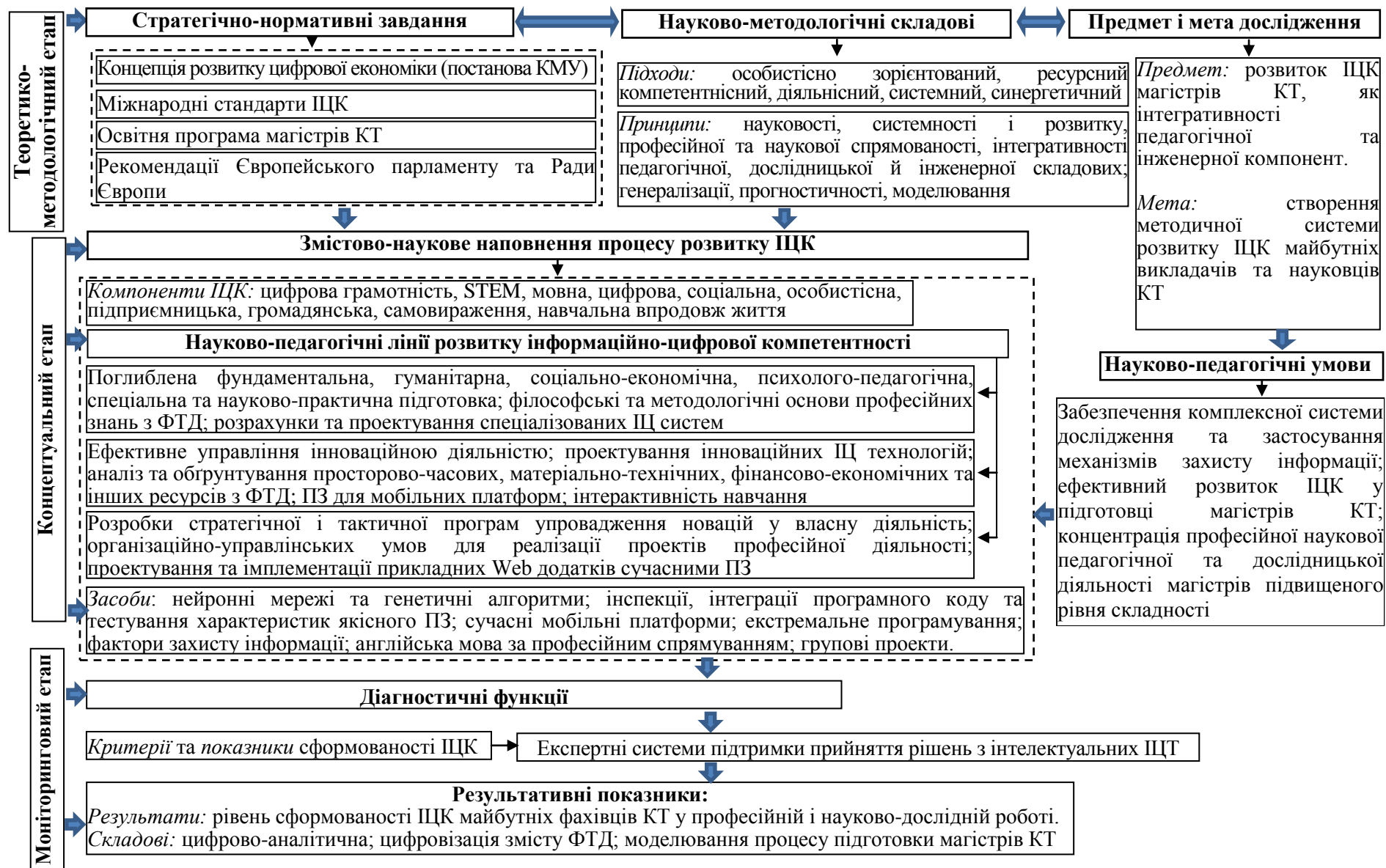


Рис. 4.22. Модель розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ другого (магістерського) рівня вищої освіти [165]

педагогічне, гуманітарне, соціально-економічне спрямування.

Третій етап (моніторинговий) відображає діагностику та результативність розвитку ІЦК майбутніх магістрів ЦТ. Домінуючими засобами і формами при цьому є комп'ютерні тести, презентації результатів дослідження певної проблеми, захист індивідуальних чи колективних проєктів, комбіновані заліки, екзамени, державний кваліфікаційний іспит. Основними рівнями є груповий та індивідуальний самоконтроль, дискусійний контроль зі сторони викладачів.

Кожен із окреслених етапів складається з конкретного наповнення. Результатом підготовки компетентного магістра з професійної освіти в галузі ЦТ має бути його готовність і здатність внести результати наукових напрацювань власних і дослідників у навчання, насамперед ФТД (додаток Б.3) та професійних дисциплін. Для цього у майбутнього магістра мають бути сформовані загальні (ключові) та фахові (на відміну від предметних у бакалаврів) компетентності. Представлені (додаток Б.3) знання, уміння, здатності, готовності магістрів ЦТ визначають потребу переосмислення та модернізації освітніх програм підготовки зазначених фахівців. Адже реалізацію освітніх реформ у державі здатні здійснити лише кваліфіковані фахівці, зокрема і ЦТ, підготовка яких є визначальним фактором в умовах цифровізації.

У ході створення моделі розвитку ІЦК магістрів спеціальності 015 «Професійна освіта (Цифрові технології)» ЗВО з'ясовано, що ІЦК майбутнього викладача-науковця ХХІ ст. властиві ґрунтовні фахові ЗУН роботи з ІЦТ і сформованість професійних якостей. Майбутній викладач-науковець має бути здатним окреслювати коло суперечностей, що виникають у навчально-дослідній роботі, самостійно ставити завдання і використовувати засоби розв'язувати їх у цифровому розумінні, отримувати, аналізувати та оцінювати результати індивідуальної та групової діяльності суб'єктів освітнього процесу. ІЦК нині є невід'ємною частиною професійної діяльності викладача чи науковця, особистого самоудосконалення, успішного професіонала, здатного навчатися впродовж усього життя [165].

Узагальнюючи проведені дослідження нами сформована методична система (рис. 4.23) розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД.

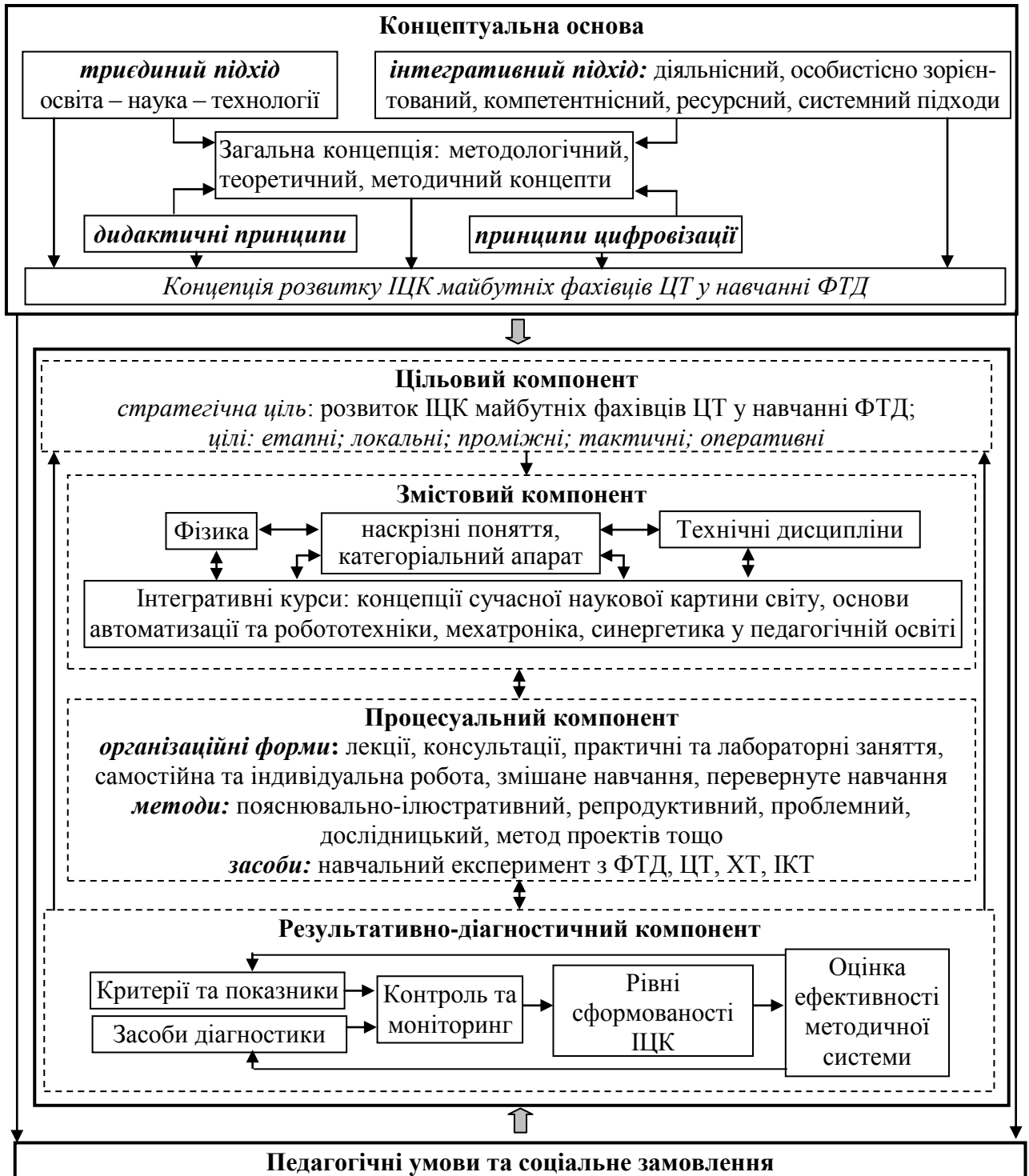


Рис. 4.23. Методична система розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД

Концептуальну основу методичної системи складають окреслені нами інтегративний та триєдиний підходи, дидактичні принципи та принципи цифровізації, що дали змогу нам сформувати концепцію розвитку ІЦК

майбутніх фахівців ЦТ.

Цільовий компонент представлений цілями різного рівня (стратегічна, етапні; локальні; проміжні; тактичні; оперативні), що в залежності від умов забезпечують розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ 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 компонента* є збільшення акценту на використанні ЦТ. Він як один із засобів навчання включає систему сучасного фізико-технічного експерименту навчання ФТД з розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ з використанням сучасних технологій (див. п. 4.4).

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

Функціонуванні цієї методичної системи (рис. 4.23) передбачено на засадах сталого розвитку (див. п. 2.1) та в умовах сучасного освітнього середовища.

Згідно визначених вимог сталого розвитку [130] (див. п. 2.1) інженерна та педагогічна освіта відіграє визначальну роль у розвитку України. Інженери-педагоги сучасного суспільства покликані забезпечити аналіз явищ і процесів виробничого характеру, результативно розв'язувати їх у конкурентному середовищі (див. п. 2.1). Такий підхід вимагає від фахівця володіння цілісною системою фундаментальних знань, що базується на новітній науково-теоретичній базі. Він має бути готовим до розв'язання технічних, економічних, екологічних, соціальних проблем, що складають основу такої бази.

2017 рік частина науковців визначає роком започаткування новітніх наукових упродовжень: криптовалют, блокчейн технологій, 3D-принтерів, робототехніки, штучного інтелекту, біотехнологій тощо. Нині взаємовідносини сучасних технологій і людини набули нової якості названої четвертою індустріальною революцією.

Освіта загалом вивчає сукупність природних і соціальних явищ та процесів. Визначальна роль тут належить вивченню *природного середовища*, яке об'єднує живу та неживу природу (додаток Е). Це середовище охоплює всі сфери людської діяльності, предмети об'єктивного світу та його еволюцію. Освіта покликана вивчати таке середовище науково-методичними методами, технологіями, засобами пізнання. Аналіз праць О. А. Брежицької, О. В. Кубатко, В. Й. Мельник, А. М. Прищепи [73; 106; 191] показує, що перспективи розвитку освітньої галузі пов'язані з удосконаленням педагогічних технологій, які орієнтовані на адаптивність та керованість подання навчального матеріалу. Забезпечити реалізацію такого підходу покликані спеціально організовані освітні середовища. Вимоги до підготовки майбутніх фахівців ЦТ (див. п. 2.1) визначають необхідність моделювання освітнього середовища з підготовки зазначених фахівців. Основні засади такого середовища орієнтовані на запити суспільства з підготовки фахівців ЦТ.

Єдиного підходу до визначення поняття «середовище» дослідниками не вироблено, проте спільним для більшості з них є простір, у якому розглядається той або інший процес чи явище. Нами окреслені моделі окремих середовищ [166] (додаток Е): інформаційного середовища; управління інформаційним середовищем; техніко-технологічного освітнього середовища [167]; технологічного освітнього середовища; модель середовища техніко-технологічної та фізичної освіти; соціального середовища; фізичного середовища; STEM освітнього середовища навчання ФТД; освітнього середовища педагогічної системи.

Стрімкий розвиток ІЦТ передбачає перегляд традиційних уявлень на освітнє середовище, про робоче місце суб'єкта навчання. Так, у XXI ст. акцент зміщується у сторону цифрового робочого місця як віртуального еквівалента фізичного робочого місця, яке вимагає належної організації, користування та управління, оскільки воно має стати запорукою підвищеної ефективності навчання студента та створення для нього сприятливих умов діяльності [68].

В умовах розвитку ЦТ робочі місця перестають бути прив'язаними до фізичних місць. Вони стають «цифровими», віртуальними, мобільними, тобто такими, що не потребують постійного перебування працівника на цьому робочому місці. Аналогічна тенденція спостерігається і в освітньому процесі.

Концепція «цифрових робочих місць» поширюється швидко у бізнес-середовищі та позитивно сприймається більшістю працівників, яким подобаються гнучкі способи роботи, можливість працювати вдома, на відпочинку, тобто з будь-якого місця. Цифрове робоче місце сприяє гнучкості в методах виконання посадових обов'язків, стимулює спільну роботу та взаємодію, підтримує децентралізовані та мобільні робочі середовища, передбачає вибір технологій для роботи. Перевагами цифрових робочих місць є зменшення витрат на апаратне забезпечення, офісні приміщення, відрядження тощо [68].

У галузі освіти вимогам концепції «цифрових робочих місць» задовольняє ХООС, яке характеризується відповідними характеристиками [94, с. 26–27; 196]: гнучкість, структурованість, інтерактивність, персоналізація, вмотивованість, нова роль викладача, інноваційна діяльність суб'єкта навчання, доступність, колективність, різноманітність.

У працях В. Ю. Бикова [9], В. Г. Кременя [71], С. Г. Литвинової [82] у 2006 р. започатковано основні напрями впровадженням досліджень ЦТ і на їхній основі хмаро орієнтованих технологій навчання.

Останнє десятиліття В. Ю. Биков [9], О. М. Маркова [87], М. І. Садовий [133], С. О. Семеріков [87], О. М. Спирін [149], А. М. Стрюк [87], М. В. Хомутенко [196], М. П. Шишкіна [9] розглядають теоретичні основи створення та використання ХООС в освітньому процесі.

У галузі хмарних обчислень працює О. О. Гриб'юк [37]. У напрямі професійного розвитку педагога з використанням ХТ проводять дослідження Н. В. Сороко, М. А. Шиненко [147]. С. Г. Литвинова досліджує проектування хмаро орієнтованого освітнього середовища ЗЗСО [82].

У прийнятій Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 р. зазначено завдання «підвищення доступності якісної,

конкурентноспроможної освіти відповідно до вимог інноваційного сталого розвитку суспільства, економіки; забезпечення особистісного розвитку людини згідно з її індивідуальними здібностями, потребами на основі навчання протягом життя» [108]. Передбачається формування сучасної інформаційної інфраструктури навчання на основі ХТ.

Національна доктрина розвитку освіти в Україні визначає місце закладів освіти у міжнародному освітньому просторі, організаційна структура якого відповідає концепції мережного підприємства [107, с. 2].

Чеські дослідники розробили портал для навчання на основі хмарного сервісу Office365, де викладено курси для закладів освіти країни з зовнішньою реєстрацією користувачів. Кожен окремий заклад має власний сайт, який містить матеріали для отримання знань своїх суб'єктів навчання [241].

В Іспанії, США, Китаї, Ізраїлі, Франції студенти отримали можливість взаємного доступу до навчальних матеріалів різних закладів освіти країни, а викладачі спрямовують свої зусилля на вдосконалення змісту навчальних програм і змісту освіти, та оцінки навчальних досягнень [81; 215; 226].

К. Аміт, С. Сатантар, Б. Сілкі (Індія) розробляють методіку використання ХТ у освітньому процесі закладів освіти, що надають такі компанії, як IBM та Microsoft [234].

Узагальнюючи ці дослідження та документи ми прийшли до висновків.

Домінуючими об'єктами ХООС є суб'єкти навчання та заклади освіти. Найпоширенішим методом дослідження обрано системне вивчення веб-сайтів, серверів, нетнографію (як метод наукового пошуку здобуття компетентності через упорядкування аудіо- і відео- інформації в освітньому процесі) [61].

Згідно класифікації С. Г. Литвинової [82] до 2008 р. визначальними для суб'єктів навчання є ІКТ, які набули певного практичного запровадження у ЗВО. Для періоду 2009–2012 рр. характерним є розвиток теоретичних основ для ХТ. Останні 5 років більшого запровадження набувають ЦТ навчання.

Упродовж визначеного періоду дослідниками були виокремлені поняття, що входять до вказаних технологій, на основі яких можна будувати

модель науково-обґрунтованого ХООС, засобами якого можна успішно формувати компетентних фахівців.

В оцінці ефективності інформатизації системи освіти в Україні виокремлюється недостатня відповідність освітніх послуг, наданих ЗВО, вимогам суспільства; поставлені завдання щодо методики організації й управління навчанням студентів ФТД практично не конкретизовані; повільно впроваджується в освітній процес ХТ навчання, так як не створена узагальнена і доступна закладам освіти система сайтів, електронної пошти, банку навчальних матеріалів, блогів, сховища документів, внутрішньої соціальної мережі, навчальних груп, календарів, конференцв'язку, на основі яких можна будувати ХООС для ФТД інженерно-педагогічних спеціальностей. Це породжує суперечність між необхідністю випереджального характеру запровадження новітніх технологій у роботу, формування безпечного інноваційного освітнього середовища, інтеграції української системи освіти в європейський освітній простір і реальним станом їх розв'язання [37; 95].

В освітній сфері за останні роки поняття ХООС зазнало початкового формування. Технологія створення його на основі, наприклад Moodle, розглядається здебільшого у загальних міркуваннях. Розвиток такої технології лише починає застосовуватися у закладах освіти України. Свідченням цього є порівняно невелика кількість наукових публікацій, особливо практичного характеру. Так, у пошуковій системі Google знайдено 74 джерела, а за словосполученням ХООС з ФТД лише – 3. У фахових виданнях ЗВО за 2012–2017 роки розміщено 31 статтю з тематики ХООС з ФТД.

Згідно дослідження Є. В. Громова й А. М. Коломієць станом на 2017 р. із 29713 наукових журналів, лише 1066 або 3,6 % присвячені проблемам освіти. Відповідно для проблем формування та застосування ХООС цей відсоток публікацій ще менший [61].

З метою розкриття шляхів упровадження ХТ навчання та ХООС в освітній процес ФТД у ЗВО при підготовці майбутніх фахівців ЦТ зміст ФТД у вищій школі слід виражати зв'язною мовою, можна подати його у вигляді

семантичної мережі. Логіко-змістова структура поняття хмара, ХООС будується у відповідності з принципами когнітології у вигляді графів (структурно-логічних схем) семантичної мережі або фреймів, які перекриваються. Такий підхід дає можливість сформулювати теоретичні засади методики навчання ФТД, які ґрунтуються на засобах ХТ і на цій основі передбачити шляхи розв'язання проблеми рівного доступу до якісної освіти суб'єктів навчання. Формуються концепції, підходи, принципи, методи, основні терміни, поняття та категорії, на яких базується дослідження.

Такими є основи для створення рекомендацій з практичного використання отриманих наукових знань. Завданням підготовки майбутніх інженерів-педагогів було і залишається як розвиток ІК-компетентності, так й ІЦК. Останнє передбачає не лише розвиток навичок пошуку, обробки інформації, робота з великими обсягами даних, ефективне використання сучасних засобів ІКТ і ІЦТ у різних аспектах професійної діяльності, що впливає на визначення цілей та змісту фізико-технічної освіти, а й технологію використання ХТ, інтеграції ПК із різного виду ПЗ для управління дослідницьким навчальним і виробничими процесами, дослідження природничих явищ [9; 128; 130; 181; 197].

Враховуючи доцільність використання ХТ для системної реалізації принципів комбінованого навчання [37] та реалізації принципів діяльнісного підходу, контекстного навчання та навчання у співпраці, ми вважаємо, що вони мають стати провідним засобом навчання ФТД.

У дослідженнях В. Ю. Бикова [9], С. Г. Литвинової [82], Н. В. Морзе [95], О. М. Спіріна [149], М. П. Шишкіної [9] та інших обґрунтовується, що поняття ХООС для освітнього процесу історично обумовлено як педагогічним, так і науковим інтересом [82, с. 133; 147].

Як вже зазначалося, виникнення поняття освітнього середовища пов'язують із запровадженням класно-урочної системи [82; 136]. Результати спостережень, накопичена навчальна інформація, штучно створювані досліди сприяють накопичуванню у діяльності викладачів певного узагальненого освітнього простору. Змінюються історичні епохи, зазнають змін і освітні

середовища. У 20-х та 30-х рр. ХХ ст. помітними були наукові узагальнення, систематизація знань, що призвело до виникнення теорії систем, кібернетики, нелінійної фізики і утвердження поняття освітнього середовища.

Технологічна революція сприяла запровадженню у всі сфери ЕОМ і формуванню поняття «інформаційне середовище» (додаток Е).

Д. Белл, Д. Дракер, М. Кастельс – автори концепції інформаційного суспільства (суспільства знань) – як її основу визначають категорії: інформаційне суспільство, мережеве середовище суспільства та суспільство знань [55].

У процесі інформатизації освіти змінюється інформаційне освітнє середовище, де виникає нова мережева частина, яка ґрунтується на ІКТ та ЕОМ, а згодом і ІЦТ. Вона створює нові інформаційні можливості, сприяє встановленню зв'язків між студентами, студентами і тьюторами, закладами освіти і навчальними ресурсами для задоволення масової взаємодії, ідеології відкритих освітніх ресурсів у разом з мережевою організацією співробітництва, що забезпечує підготовку компетентних фахівців і перехід від парадигми освіта на все життя до парадигми освіта впродовж усього життя.

Розвиток методики навчання ФТД і теорії необоротних, нерівноважних процесів сприяв виникненню понять віртуального середовища та синергетики.

Суперечності між вимогами інформаційного суспільства до результатів освіти та реальним станом компетентності випускників спричинили пошук відмінної від традиційної форми організації освітнього процесу. ІКТ навчання за класно-урочної системи [136] не в змозі в повному обсязі створити освітнє середовище, яке забезпечить самостійне здобуття знань суб'єктами навчання впродовж усього життя. Це об'єктивно призвело до необхідності формування поняття мобільного ХООС [82, с. 35], яке забезпечило б, зокрема, розвиток ІЦК майбутніх фахівців ІЦТ у процесі навчання ФТД.

Отже, передумовою створення ХООС були результати досліджень віртуального та мобільного середовищ, і поява безкоштовного он-лайн сервісу GoogleDocs [221]. У нашому дослідженні модель структури ХООС формується на компонентах (складниках): комунікаційно-організаційний

(діяльнісний), просторово-семантичний, ціннісно-рефлексивний (цільовий), змістово-методичний (когнітивний), емоційно-вольовий (рис. 4.24).



Рис. 4.24. Модель хмаро орієнтованого освітнього середовища

Як ми зазначали, при створенні моделі ми виходили з визначення поняття навчальне середовище, яке запропонував В. Ю. Биков, як штучно побудована система, структура і складові якої створюють необхідні умови для досягнення цілей освітнього процесу [9].

Реалізація ХООС [181] при розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД має базуватися на певних методичних засадах (рис. 4.25):

- розвинене інноваційне освітнє середовище ЗВО, яке забезпечує вільний доступ студентів до ІЦ та навчальних ресурсів, має постійну освітньою комунікацію між усіма учасниками освітнього процесу;
- високий рівень ІЦК суб'єктів навчання згідно освітніх програм;
- достатній рівень проектування ХООС: обладнаний кабінет чи лабораторія, обладнаний освітній округ згідно вимог; наявність повного комплекту навчальних модулів, адміністратора середовища, суб'єктів навчання;
- апробована методика проектування ХООС на рівнях студента,

викладача, адміністратора освітнього середовища, керівника ЗВО з урахуванням принципу процедурного підходу;

– компетентність викладачів в організації освітнього процесу з використанням ХООС, забезпечення умов для розвитку навичок XXI ст. (навички співпраці, комунікації та кооперації всіх учасників освітнього процесу);

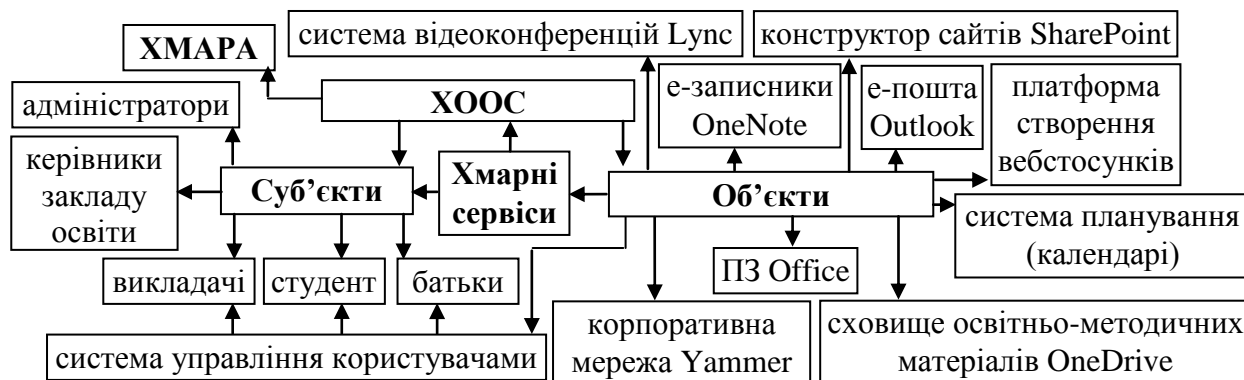


Рис. 4.25. Структурно-логічна схема хмаро орієнтованого простору [196]

– широкий доступу студентів до інформаційних ресурсів ХООС, що дозволяє розвивати їхні комунікативні здібності у роботі над індивідуальними та колективними проектами й налагоджувати освітню комунікацію між студентами, викладачами, бібліотеками й керівниками закладів освіти, структурувати навчально-методичні електронні ресурси в ХООС за принципом «формувати навички для навчання впродовж всього життя».

ЦТ і ХТ дають змогу описувати теоретичну складову функціонування техногенно-цифрового освітнього середовища (рис. 4.26). ЦТ виконують уже інші функції практичного спрямування, до яких належать: дослідження конкретного явища, процесу; створення технології за схемою: прилад → датчик → дослідна чи виробнича система зв'язку з ПК → спостереження (монітор ПК) → вимірювання та обчислення → повторення процесу з новими завданнями; суб'єкти навчання чи виробничники є невід'ємною частиною установки, механізму; забезпечення практичної спрямованості, перетворення знань у безпосередню виробничу силу. Звідси випливає проблема створення нового освітнього середовища – STEM-орієнтованого освітнього середовища (додаток Е), яке передбачає поєднання природничих наук, технологій, технічної дослідницької творчості та математики.

В умовах стрімкої цифровізації суспільства з'являється ще один вид середовища – кіберпростір. Кіберпростір – середовище (віртуальний простір), яке надає можливості для здійснення комунікацій та/або реалізації суспільних відносин, утворене в результаті функціонування сумісних (з'єднаних) комунікаційних систем і забезпечення електронних комунікацій з використанням мережі Інтернет та/або інших глобальних мереж передачі даних [109]. Основними визначальними поняттями стали «національні електронні інформаційні ресурси» та «системи електронних комунікацій».

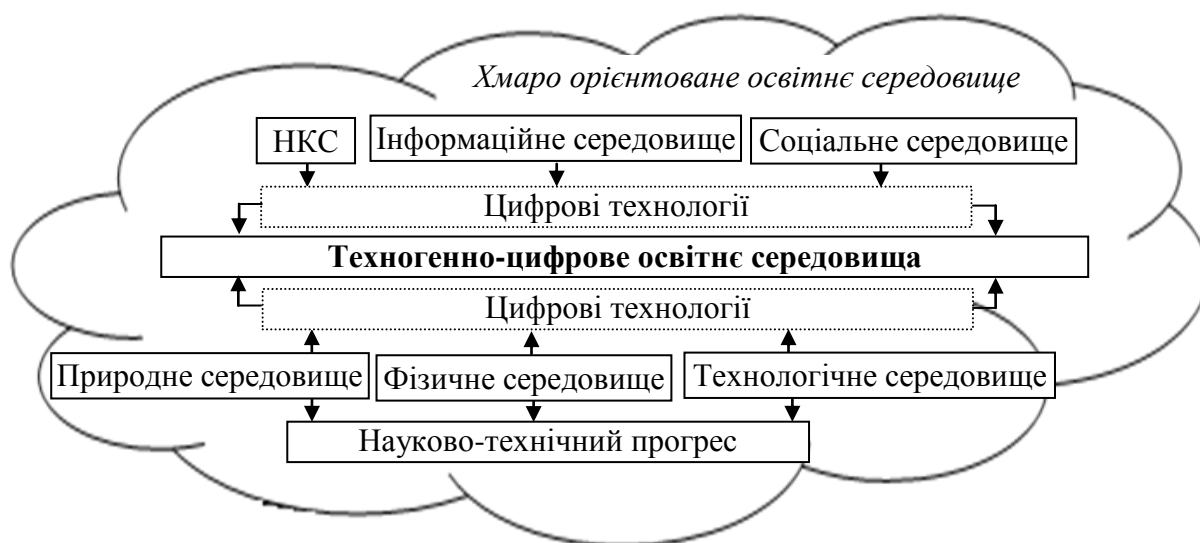


Рис. 4.26. Модель техногенно-цифрового освітнього середовища

Національні електронні інформаційні ресурси – систематизовані електронні інформаційні ресурси, які містять інформацію незалежно від виду, змісту, форми, часу і місця її створення (включаючи публічну інформацію, державні інформаційні ресурси та іншу інформацію), призначену для задоволення життєво важливих суспільних потреб. Під електронними інформаційними ресурсами (додаток А.2) розуміється будь-яка інформація, що створена, записана, оброблена або збережена у цифровій чи іншій нематеріальній формі за допомогою електронних, магнітних, електромагнітних, оптичних, технічних, програмних або інших засобів [109].

Системи електронних комунікацій – системи передавання, комутації або маршрутизації, обладнання та інші ресурси, що забезпечують електронні комунікації, у тому числі засоби і пристрої зв'язку, ПК, інша комп'ютерна

техніка, інформаційно-телекомунікаційні системи, які мають доступ до мережі Інтернет та/або інших глобальних мереж передачі даних [109].

Отже, проведені нами дослідження, узагальнення зарубіжного і вітчизняного досвіду дозволяють створити модель техногенно-цифрового освітнього середовища (рис. 4.26), яка включає основні компоненти техніко-технологічного освітнього середовища (додаток Е), враховує вимоги ХООС (рис. 4.24) та цифровізації суспільства.

Аналіз теоретичних та експериментальних джерел показав перспективність дослідження з формування навчальних хмар, навчальних ХТ та ХООС і дав можливість окреслити теоретичні та методичні аспекти їхньої побудови.

У нашому дослідженні ХООС є засобом формування компетентного фахівця ЦТ. У такому середовищі компетентність ми розглядаємо як інтегративну характеристику особистості, що відображає готовність і здатність суб'єктів навчання мобілізувати набуті знання, уміння, досвід і способи діяльності та поведінки для ефективного розв'язання завдань, які виникають перед нею в процесі освітньої діяльності [147].

Створене ХООС (рис. 4.24) містить п'ять компонентів, які забезпечують розв'язання психолого-педагогічної проблеми розробки і використання в освітньому процесі ХТ, що ґрунтуються на SPI Model та інших модифікованих моделях. Інтерфейс має бути оцінений і оптимізований з позицій ергономіки.

Інтегративність ХТ організації освітнього процесу ФТД у ЗВО зумовлює потребу: створення методик навчання ФТД; ефективного використання сервісів і на їх основі запровадження продуктивного дистанційного навчання; організації самостійної роботи; надання широкого доступу студентам і викладачам до освітніх ресурсів, забезпечення їх педагогічної взаємодії; організації співпраці з іншими ЗВО, у тому числі на міжнародному рівні.

Використання можливостей хмарних сервісів, створення ХООС вимагає модернізації відповідної нормативно-правової бази, що неможливо без розробки державних стандартів для встановлення вимог до якості й надійності ХТ в державі. ХТ і можливі способи їх використання в процесі

фахової підготовки студентів можуть у перспективі забезпечити дослідження особливостей створення персоналізованих навчальних і наукових середовищ.

Таким чином, виходячи з парадигми неперервної освіти впродовж всього життя потребують детального дослідження проблеми практичного впровадження ХТ у: закладах дошкільної освіти → ЗЗСО → ЗВО. Основою для становлення та розвитку ХООС є інформаційні та хмарні технології.

4.4. Інформаційні та хмарні технології в системі професійної підготовки майбутнього фахівця цифрових технологій

Особливістю ХООС (рис. 4.24) є інтеграція в ньому різних моделей навчання. Це пов'язане з орієнтацією на конкретні потреби користувачів, якими є суб'єкти навчання. Для класифікації ХООС й аналізу ресурсів платформ А. В. Бухачовський, С. В. Ковальчук, Г. А. Тарнавський використовують модель становлення хмарних обчислень Cloud Computing Maturity Model (CCMM). Вони виокремлюють два покоління технологій і 5 рівнів [216].

Технології I покоління є загальновизнаними і забезпечують консолідацію, абстрагування, автоматизацію використання ресурсів: PaaS (англ. Platform as a Service) – платформа як послуга; IaaS (англ. Infrastructure as a Service) – інфраструктура як послуга; SaaS (англ. Software as a Service) – ПЗ як послуга.

Технології II покоління є продовженням розвитку I покоління й орієнтовані на удосконалення та підтримку хмарних сервісів та поширення сервісів у хмарках IV, V та VI рівнів DaaS (англ. Data as a Service) – дані як послуга; WaaS (англ. Workplace as a Service); AaaS (англ. All as a Service) – все як послуга – робоче місце як послуга. Вони покликані забезпечувати управління цілою екосистемою обчислень, програмних та інформаційних ресурсів. Розвиток ХТ настільки стрімкий, що поява нових їхніх рівнів не є дивиною. Нині дослідники, зокрема О. О. Прохоров, О. М. Назаренко розглядають можливості рівня EaaS (everything as a service – «все як сервіс»).

Науковці О. Г. Кузьмінська, Н. В. Морзе, О. С. Свириденко, О. М. Спирін досліджують сервісні моделі I покоління SPI Model (Saas, PaaS, IaaS) з надання освітніх хмарних послуг і вважають їх визначальними [95; 149].

Загалом технології SaaS, PaaS, IaaS, DaaS, WaaS, AaaS є актуальними. У Республіці Білорусь вони включені до Державних стандартів ЗВО (2017).

Ми узагальнили вказані технології (рис. 4.27) у вигляді 6-рівневої моделі, як послуги для студентів у створенні робочого електронного освітнього місця.

I рівень інфраструктура (обчислювальні потужності і системи зберігання) як послуга IaaS. Викладачеві необхідно мати навички конфігурувати й управляти безпосередньо віртуальними машинами, що потребує високої кваліфікації у галузі програмування і особливо в адмініструванні [186]. У випадку відсутності – необхідно мати електронного адміністратора: інженера з ЦТ чи викладача фахівця з КТ. IaaS є інфраструктурою для запуску будь-яких програмних додатків на хмарному апаратному забезпеченні за вибором викладача. Вона забезпечена апаратними засобами – серверами; системою зберігання даних; операційними системами і ПЗ (засоби віртуалізації, управління ресурсами); ПЗ зв'язку між системами (засоби мережевої інтеграції, управління ресурсами, управління обладнанням), що надаються через Інтернет. Викладачі отримують базові обчислювальні ресурси у вигляді своїх власних операційних систем і додатків. Така інфраструктура виконує послуги зберігання, резервного копіювання та безпеки інформації. Отже, викладач має володіти відповідними знаннями.

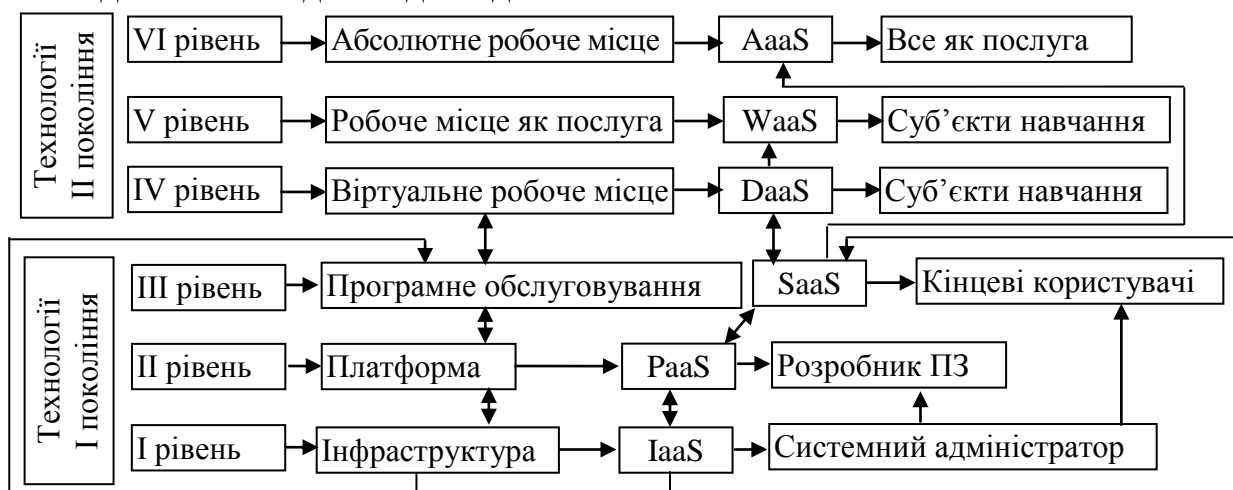


Рис. 4.27. Модель надання хмарних послуг

II рівень є віртуальною платформою як послуги PaaS. Викладачі можуть встановлювати власні додатки на технологічній платформі, що надається провайдером у вигляді ПЗ, як послуги SaaS. PaaS орієнтований вид послуг призначений для розробника, має набір програм, служб і бібліотек, або ж інтегрованих платформ для створення власних веб-додатків. Переваги PaaS полягають у практичних зручностях. Викладачу не потрібно створювати і здійснювати конфігурацію віртуальних машин. Він використовує портал або скрипти для налагодження бази даних чи відшукування необхідного сховища інформації потрібного об'єму [186].

III рівень програмного обслуговування, як послуга SaaS, є пристосованим для застосування у сфері освіти. У сервері хмари зберігаються дані та пов'язані з ними програми. Викладачу потрібен лише веб-браузер для створення власних операційних систем і додатків. SaaS є ПЗ, яке розраховане на викладача, як сервіс і використовується для доступу студентів до електронної пошти, операційних систем, прикладних програм і додатків. Ці сервіси забезпечують процес навчання спеціалізованими ПЗ й обладнанням віддаленого доступу.

Вказаний вид послуг зручний для викладача, який забезпечує доступ до своїх даних за допомогою веб-браузера, з будь-яким ПК, приєднаним до Інтернету. Студенти можуть використовувати хмарні SaaS сервіси у вигляді: Web-додатків; електронних журналів і щоденників; он-лайн сервісів для освітнього процесу, спілкування, тестування; системи дистанційного навчання, бібліотеки; сховища файлів, спільного доступу; спільної роботи; електронної пошти з доменом закладу освіти [208].

IV рівень ПЗ є однією з найновіших послуг DaaS, надає викладачу можливість створити стандартизоване віртуальне робоче місце, яке студент налаштовує для реалізації власних потреб. Доступ надається не до окремого програмного продукту, а до програмного комплексу. Користувач вводить свої аутентифікації і може працювати використовуючи потужності віддаленого сервера, а не ПК. Horizon DaaS Platform надає: можливість здійснювати організацію й управління віртуалізованими засобами для

переносу навчальних місць і обробки даних у хмару використовуючи одні й ті ж інструменти; можливість необмеженого доступу до Windows з будь-якого пристрою (ПК, планшети, смартфони, ноутбуки) і місця, мати можливість працювати на власному віртуальному робочому місці свого ПК.

WaaS платформа є логічним продовженням платформи SaaS. Користувач одержує повністю обладнане віртуальне робоче місце. Сервером слугує суперкомп'ютер СО РАН «Watson» як мережева послуга. В перспективі таку платформу можна адаптувати для обслуговування і галузі освіти.

AaaS є сукупністю взаємодіючих хмарних сервісів, які мають спрямування на розв'язання однієї задачі, відноситься до ХТ II покоління, є продовженням розвитку SaaS, слугує платформою-додатком до сервісу – моделлю доставки ПЗ, за якої постачальник розробляє веб-прикладання і надає замовникам доступ до нього по мережі. Провайдер бере на себе відповідальність: за гнучкі масштабні послуги на вимогу; розв'язання питань розгортання, управління і підтримки ПЗ впродовж усього життєвого циклу. В перспективі може бути використана в освітній галузі.

Визначені хмарні сервіси в сукупності здатні забезпечити формування нової парадигми створення методики навчання природничих дисциплін інженерно-педагогічних спеціальностей на засадах інформаційного суспільства.

Сучасний процес навчання ФТД широко орієнтований на використанні ІКТ і ХТ. Тому постала необхідність перегляду вимог до визначення мети навчання та забезпечення моніторингу її реалізації.

Нами встановлено [129], що у психолого-педагогічній літературі Дж. Брунер [15], Л. С. Виготський [28], О. М. Леонтьєв [205], С. Л. Рубінштейн [117], Ж. Піаже [205] розглядають проблему поетапного досягнення мети. Їхні підходи ефективні і під час застосування ІКТ і ХТ в освітньому процесі. Тому постає проблема визначити основні аспекти взаємозв'язку особливостей застосування ІКТ і ХТ у поетапному навчанні, зокрема ФТД в залежності від поставленої дидактичної мети при підготовці майбутніх фахівців ЦТ.

Ставлення науковців, педагогів до впровадження ІКТ, ІЦТ і ХТ в освітній процес не є однозначним. Проведене нами опитування [129] серед 392 педагогів України дало змогу виявити відсутність єдиного погляду на повну інформатизацію та цифровізації освіти, адже в результаті цих прогресивних на перший погляд процесів отримуємо досить негативний ланцюжок: комп'ютерна індивідуалізація → ізоляції суб'єктів навчання → віддалення їх від закладу освіти, відірваність від реального навчального фізичного експерименту (НФЕ) → відсторонення від спільного досягнення результатів навчання. За цих умов досить складно передбачити виховний аспект освітнього процесу, адже виховні впливи Інтернету є складно прогнозованими.

Окреслені проблеми передбачають необхідність формування у майбутніх інженерів-педагогів з галузі ЦТ відповідних компетентностей пов'язаних із застосуванням ІКТ, ІЦТ і ХТ у навчанні ФТД та професійній діяльності.

Обґрунтування використання ІЦТ в освітньому процесі носить інтегративний міждисциплінарний характер (див. п. 3.4). Фізика, як навчальний предмет, у ХХІ ст. втрачає стабільність і лінійність (див. п. 3.2). Освітній процес з фізики набуває динамічного стану посилення міждисциплінарної інтерференції взаємодії природничих знань, що характеризується їх взаємним доповненням. Спостерігається втрата традиційного характеру розподілу природничих знань між окремими навчальними дисциплінами [129]. Аналогічні тенденції спостерігаються й у галузі технічних дисциплін (рис. 3.27).

Реалізація цифровізації процесу навчання передбачає й інтеграцію знань та впровадження інтегративних курсів (додаток Д), адже застосування ІЦ ресурсів вимагає інтегративності інформації. При цьому частина термінів, що характеризують конкретні поняття, явища залишаються стабільними в межах однієї навчальної дисципліни (фізика, хімія, біологія, географія). Це пов'язано, зокрема, з дидактичною зручністю використання (під час розв'язування задач, виконання лабораторних робіт тощо).

Під час підготовки майбутніх фахівців ЦТ реалізація ідей інтегративності знань здійснюється з введенням до освітньої програми

(рис. 3.7, рис. 3.8) ряду інтегрованих навчальних дисциплін (додаток Д), зокрема, на бакалаврському рівні: автоматизовані системи організаційного управління, основи автоматики, історія науки і техніки та на магістерському рівні: математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання. Ми пропонуємо доповнити перелік дисциплін, що забезпечують підготовку майбутніх фахівців ЦТ на бакалаврському рівні, робототехнікою та КСНКС, а на магістерському – теорією самоорганізації в педагогічній освіті.

На думку Б. Барела й А. Селфа навчальні предмети повинні мати власну модель оцифрованих текстів, що найбільше відповідає її сутності й культурі пізнання [220, с. 120]. Погоджуючись з їхньою думкою ми вважаємо [129], що теорія підручника та посібника має дотримуватися вимог дидактичних принципів, закономірностей формування навчальних предметів, принципів формування інформаційного суспільства та впровадження цифровізації. Потреби використання ІКТ, ЦТ, ХТ вносять корективи і в традиційну теорію підручника, і в принципи дидактики (див. п. 4.5), та вимагають узгодження і кореляції вимог. Аналіз посібників із ФТД [129] показав, що вони стають більш плюралістичними (множинність) як з точки зору змістового наповнення, так і методичного забезпечення.

Більшість посібників із ФТД, що базовані на ІКТ, орієнтовані на реалізацію навчання в ХООС. Їхня структура містить блоки навчальної інформації, що тематично згруповані. Кожен інформаційний блок із ФТД, що за потреби може бути доповнена за рахунок «переходів» на блоки з інших навчальних дисциплін, аналогічно переходам між сайтами в мережі Інтернет. Таким чином створюється блочно-модульний інтерфейс подання інформації з ФТД на основі ІКТ, ЦТ, ХТ [129]. Він передбачає, що з окремих блоків інформації створюється комплекс знань із заданою архітектурою за обсягом, зв'язністю, послідовністю, кількістю і складністю складових [213, с. 89]. Перевагою такого способу подання інформації є те, що долучатися до структуризації можуть не лише науковці та викладачі, а й студенти за допомогою ЦТ та ХТ.

За цих умов освітній процес перетворюється у науково-пошукову діяльність, яка дає студентам проявити свободу творчості, задоволення від самостійного наукового пошуку й отриманих результатів.

Аналіз педагогічних досліджень з методики навчання фізики [4; 53; 63; 83; 150] та технічних дисциплін [25; 50; 91; 199] (див. пп. 1.3) підтверджує висновок, що переважна більшість посібників орієнтовані на надання студентам якомога більшого обсягу навчальної інформації, що в свою чергу приводить до перевантаження.

Інформатизація освіти орієнтована на мотивацію студентів на самостійний пошук потрібної їм навчальної інформації. Але лише індивідуалізація й автономізація навчально-пізнавальної діяльності не забезпечить підвищення рівня самовдосконалення і компетентності студентів. Відсутність координації їх навчальної діяльності з боку кваліфікованого педагога може сприяти тому, що вони обиратимуть не творчий підхід, а найпростіші шляхи опрацьовувати матеріал чи розв'язувати фізико-технічні задачі, зокрема, за допомогою стандартизованих комп'ютерних програм [129]. Це можна порівняти з перекладом іншомовного тексту за допомогою автоматизованого перекладача.

Щоб мінімізувати можливі недоліки процесу інформатизації навчання ФТД варто перенести акценти з того, «що потрібно знати» і «де це взяти», на якісні характеристики пізнавальної діяльності та її продуктивність. Саме тому зарубіжні вчені-педагоги почали приділяти увагу підготовці молоді до життя і діяльності в техногенно-інформаційному суспільстві [102; 213]. А отже актуалізується проблема розвитку у студентів відповідних типів грамотності та компетентності, зокрема ІЦК. Це дало нам змогу скласти структуру застосування ІКТ, ІЦТ і ХТ у навчанні ФТД (рис. 4.28).

Інформаційна компетентність [129], як складова ІЦК майбутнього фахівця ЦТ (рис. 4.2), передбачає набуття умінь аналізувати, синтезувати, корегувати, використовувати фізико-технічні знання, досліджувати фізичні та технологічні процеси, добувати нові знання (інформаційна грамотність).

Такий вид компетентності передбачає розвиток критичного мислення при аналізі складних явищ, відбір об'єктивної інформації (медіа грамотність).

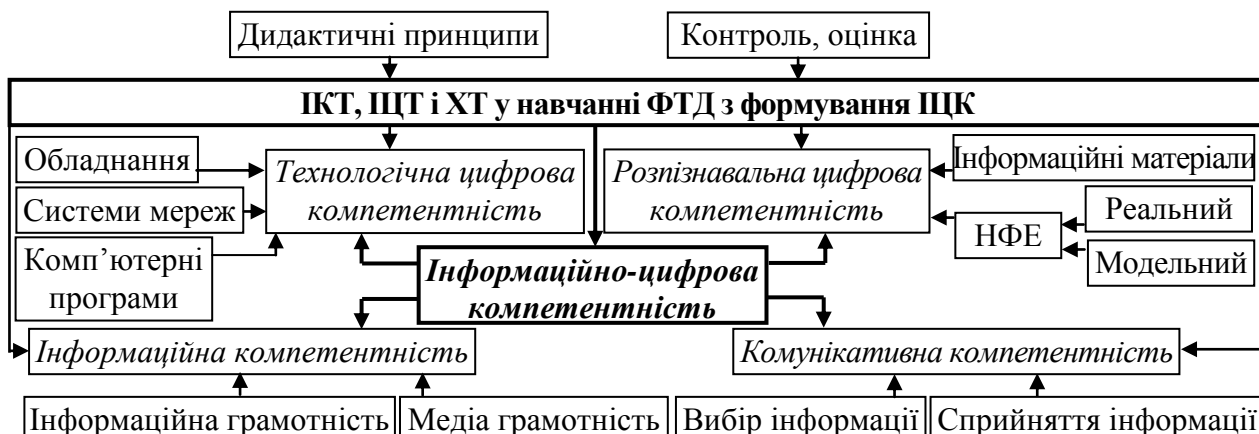


Рис. 4.28. ІКТ, ЦТ і ХТ у навчанні ФТД

Комунікативна компетентність [129], як складова ІЦК майбутнього фахівця ЦТ (рис. 4.2), у навчанні ФТД вимагає надання структурованих фізико-технічних знань, що забезпечать доступність у засвоєнні явищ природи. Її, насамперед характеризують відбір та сприйняття інформації.

Під час навчання ФТД викладачі повинні знати основи функціонування ЦТ та мати навички роботи з ПЗ, системами Європейської та Світової мереж. Такі вимоги складають технологічну цифрову компетентність [129], як складову ІЦК майбутнього фахівця ЦТ.

Ми окремо виділяємо розпізнавальну цифрову компетентність [129] як набуття навичок розуміння інформаційних матеріалів та уміння відбирати інформаційні матеріали для навчання певного явища чи процесу, які відповідали б комунікативному призначенню модельного чи реального НФЕ.

Таку структуру організації навчання ФТД у ЗВО при підготовці майбутніх фахівців ЦТ ми поклали в основу забезпечення використання ІКТ, ЦТ ХТ в освітньому процесі з ФТД. За цих умов підвищуються вимоги до студентів і викладачів, як головних суб'єктів освітнього процесу. Від викладача передбачається вміння працювати зі студентами з використанням ПК, електронної мультимедійної дошки, відео проектору, локальних і глобальних мереж, реального та модельного НФЕ. Це передбачає наявність вміння

оптимального вибору найбільш ефективної ІЦТ навчання конкретного фізичного явища чи поняття тощо (рис. 4.3).

Сформована схема (рис. 4.28) забезпечує можливість покращення якості організації освітнього процесу з ФТД шляхом поєднання різних компонентів ІЦК, форм і засобів реалізації пізнавального процесу: традиційних, дистанційних, інтерактивних, мультимедійних, Інтернет-ресурсів тощо.

Важливою складовою такого підходу є організація контролю за якістю знань і їхньої оцінки [129].

Застосування ІКТ, ІЦТ, ХТ для опанування ФТД передбачає поєднання індивідуальних і колективних форм роботи. Наприклад [129], при виконанні науково-дослідного практичного завдання, де результат має бути досягнутий завдяки колективним зусиллям: одна група студентів – виконує ряд реальних чи модельних експериментів, друга – аналізує результати дослідів за допомогою ПК, узагальнює їх і складає підсумкову презентацію тощо. Викладач має виступати в ролі модератора й експерта. Проявляється інтерактивне спілкування між студентами, між ними та викладачем, прогнозується освітній процес, використовуються віртуальні установки. Цей підхід забезпечує формування готовності навчатися впродовж усього життя.

За такої організації освітнього процесу з ФТД важливості набуває прозорість діагностики його результатів, що проявляється у проведенні відкритих атестацій за однаковими критеріями. Оцінювання здобутків кожного студента відбувається за рейтинговим принципом, носить порівняльний характер і визначається виходячи з накопичення власних знань. Для успішної реалізації принципу прозорості в оцінюванні якості знань потрібно пояснити сутність діагностування знань, дати аналіз відповідей на запитання, обговорити із залученням зацікавлених студентів, визначення шляхів ліквідації прогалин. Практика показала [129], що ефективна реалізація цього принципу в оцінюванні якості знань студентів та стимулювання їх до постійного підвищення рейтингу знань можлива за умов використання ІТ і ХТ оцінювання.

Актуальними є праці М. І. Садового [121] та В. В. Слюсаренка [144], які теоретично обґрунтують методичні засади експериментаторської компетентності, в основу яких покладено інноваційні засоби навчання, зокрема цифровий вимірювальний комплект «Phywe» (додаток Д.12).

Д. В. Соменко [146] пропонує використання апаратної обчислювальної платформи Arduino, до якої входить плата вводу/виводу та середовище розробки на мові Processing/Wiring. Платформа застосовується для створення автономних інтерактивних об'єктів, роботи в інтегрованому режимі, під'єднуючись до ПЗ, яке виконується на ПК (наприклад: Adobe Flash, Processing, Pure Data, SuperCollider). Технологія використання плати є у відкритому доступі.

На цій основі нами запропоновані моделі вивчення роботи простих механізмів (рис. 3.31), основи їхньої автоматизації та розроблені моделі використання ЦТ при вивченні ФТД (додатки Д.8–Д.12).

О. С. Мартинюк [89] у своєму дослідженні обґрунтовує необхідність ознайомлення студентів (майбутніх учителів фізики) з основами робототехніки. Продовжуючи його ідею ми пропонуємо запровадження елементів основ робототехніки у зміст курсів ФТД при підготовці майбутніх фахівців ЦТ.

Ряд зауважень щодо зваженого використання цифрового вимірювального обладнання у процесі навчання фізики висловлює Б. Г. Кремінський [72].

Ми розширили використання зазначених комплектів із фізики на весь спектр ФТД: створили систему лабораторних робіт [183], як інтегровану єдність теоретичних знань з фізики (наприклад, робота «Сила тяжіння», додаток Д. 8) та технічних дисциплін (наприклад, робота «Зубчасті колеса») і практичних вмінь з робототехніки та автоматизованих систем.

У такий спосіб ІКТ та ІЦТ надають можливість інтенсифікувати освітній процес, підвищити якість сприйняття та засвоєння знань. За допомогою медіа- та інтерактивних засобів викладачі забезпечують освітній процес на основі впровадження інноваційних підходів, включаючи використання «кейсів», дослідно-пошукової роботи, навчальних ігор. Як результат, студенти краще засвоюють інформацію та формують відповідні навички,

перебуваючи в емоційно-комфортному середовищі, не втрачають бажання навчатися, генерувати ідеї та творити [68].

ЦТ сприяють наданню процесу навчання мобільності, диференційованості та індивідуальності. При цьому технології не замінюють викладача, а лише доповнюють його [20; 68] (рис. 4.29).



Рис. 4.29. Характеристики занять з використанням цифрових технологій

Нині смартфони [44; 119] є унікальним цифровим вимірювальним комплексом (рис. 4.30).

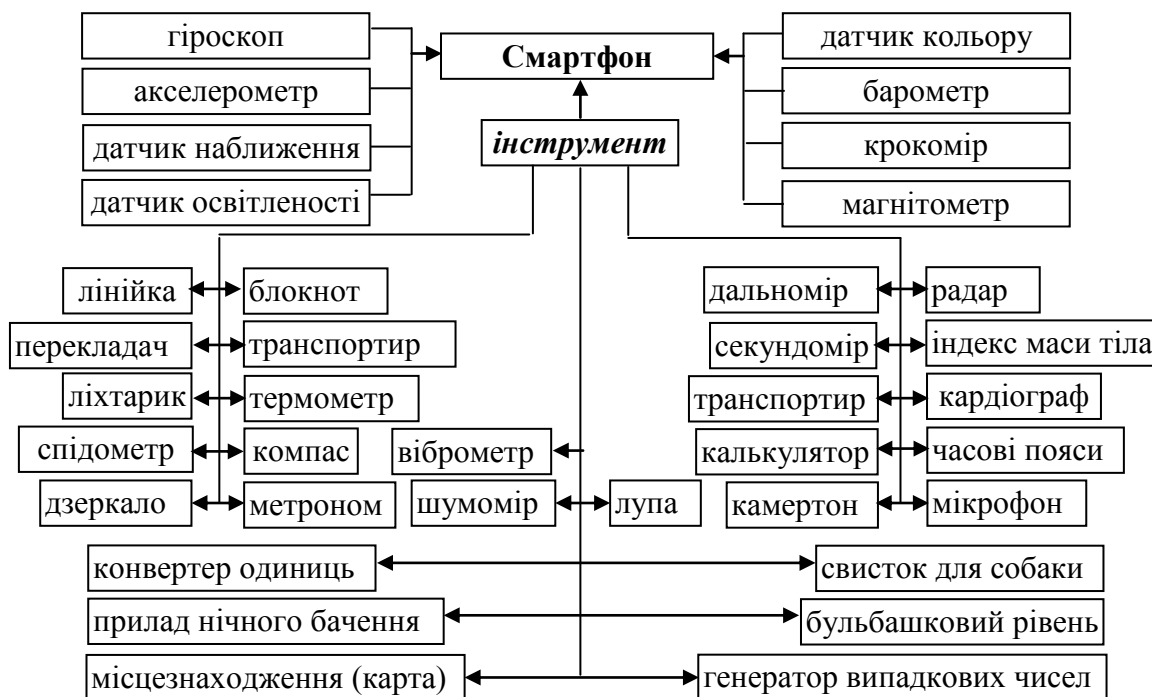


Рис. 4.30. Датчики та інструменти, які містяться у смартфоні [119]

Смартфони та планшети – це потужні пристрої з безліччю схем, плат і датчиків, використання яких допомагає суб'єктам навчання у проведенні навчальних досліджень. Мобільний пристрій забезпечує не лише вимірювання параметрів навколишнього середовища, а й проведення аналізу і статистичної обробки результатів із допомогою спеціальних додатків. Сенсори мобільних пристроїв можна розділити на категорії: датчики руху (акселерометр і гіроскоп), датчики положення (магнітометр, GPS і датчик наближення) і датчики

навколишніх умов (датчик освітленості). Перевірити, які датчики знаходяться у смартфоні чи планшеті, можна за допомогою програми Sensor Kinetics [141].

Хмарні сервіси в методиці навчання ФТД надають викладачу ІЩ освітні ресурси (рис. 4.3; додаток А.2). Вони складають змістовне наповнення ХООС, а також забезпечують процеси створення і постачання освітніх сервісів. ХТ дозволяють викладачам працювати з доступним прикладним ПЗ, простором для зберігання даних та обчислювальними потужностями Інтернету (рис. 4.24). Тому потрібно сформулювати методику навчання ФТД у ЗВО на основі ХТ.

В умовах інформатизації та цифровізації суспільства фахівці ЦТ є тими носіями передової наукової думки, які ведуть підростаюче покоління у світ знань, де у ХХІ ст. переважає цифрова інформація, тому саме у процесі їхньої підготовки варто звернути увагу на розвиток уявлень про СНКС в ХООС.

Даній проблемі присвячують праці В. Ю. Биков [9], І. В. Герасименко [154], М. А. Кислов [58], С. Г. Литвинова [82], М. І. Садовий [133; 134], С. О. Семеріков [58], К. І. Словак [58], О. М. Спирін [149], А. М. Стрюк [87], Ю. В. Триус [154], В. М. Франчук [154], М. В. Хомутенко [196], М. П. Шишкіна [203] та ін.

При цьому реалізація визначених напрямів розвитку фізико-технічної освіти (див. п. 4.1, 4.2) потребує використання різних ресурсів навчання, зокрема ІКТ, ІЩТ, ХТ. Тут важливо розірвати «прив'язку» студента до певного засобу навчання чи робочого місця. Мобільність студента має проявлятися не лише у виборі ЗВО, а й у свободі вибору методів, прийомів і засобів оволодіння знаннями [133]. Цьому сприяє використання ХТ у навчанні.

М. П. Шишкіна [203] виділяє переваги використання ХТ [133]:

– спрощення процесів встановлення, підтримки та ліцензійного обслуговування ПЗ, яке може бути замовлено як Інтернет-сервіс;

– гнучкість у використанні різних типів ПЗ, що може порівнюватись, обиратись, досліджуватись, завдяки тому, що його не потрібно кожного разу купувати та встановлювати;

- можливість багатоканального поповнення колекцій навчальних ресурсів та організації масового відкритого доступу;
- здешевлення обладнання завдяки динамічному нарощуванню ресурсів апаратного забезпечення (обсяг пам'яті, швидкодія, пропускна здатність);
- спрощення організації процесів громіздких розрахунків і підтримка великих масивів даних завдяки тому, що для цього можуть бути використані спеціальні хмарні додатки;
- мобільність навчання завдяки використанню хмарних сервісів комунікації, таких як електронна пошта, IP-телефонія, чат, а також надання дискового простору для обміну та зберігання файлів, що уможливорює спілкування та організацію спільної діяльності.

Крім хмарних ми розглянули структуру (додаток Е) і функції інших типів освітніх середовищ (див. п. 4.3).

І. В. Герасименко, Ю. В. Триус, В. М. Франчук [154] серед інноваційних технологій, виділяють технології електронного (дистанційного, мобільного) навчання, використання яких покращить ефективність освітнього процесу в напрямі привабливості, комфортності, стимулювання студентів до самоосвіти та навчання протягом життя. Одним із засобів ІКТ та ІЦТ є система Moodle.

Нами перевірена можливість організації ХООС через реалізація його на базі систем Moodle та Вікі-ЦДПУ, що функціонують у Центральноукраїнському державному педагогічному університеті ім. В. Винниченка (ЦДПУ) [133].

MOODLE (Modular Object Oriented Distance Learning Environment) – це система управління навчальним контентом (LCMS – Learning Content Management Systems). За допомогою Moodle створені електронні навчальні курси, де проводяться аудиторне (очне) і навчання на відстані (заочне/дистанційне) [154] (рис. 4.31). Забезпечення студентів довідковою інформацією та можливістю виконання спільних проєктів реалізовується через Вікі-ЦДПУ.

Досліджені нами особливості освітнього середовища [191] та зазначені тенденції [133] дають змогу стверджувати, що розвиток у студентів уявлення про СНКС (див. п. 3.2) доцільно здійснювати у ХООС та приділивши цьому

питанню одну з тем (Тема 3. Природничо-наукові основи сучасних технологій, енергетики й екології) навчального курсу «Концепції сучасної наукової картини світу» (додаток Д.1). Студентам слід показати [133], що результати наукових пошуків (в будь-якій формі узагальнення: теорія, закони, тощо), є основою концепції, що визначає становлення відповідної їй НКС (рис. 4.32).

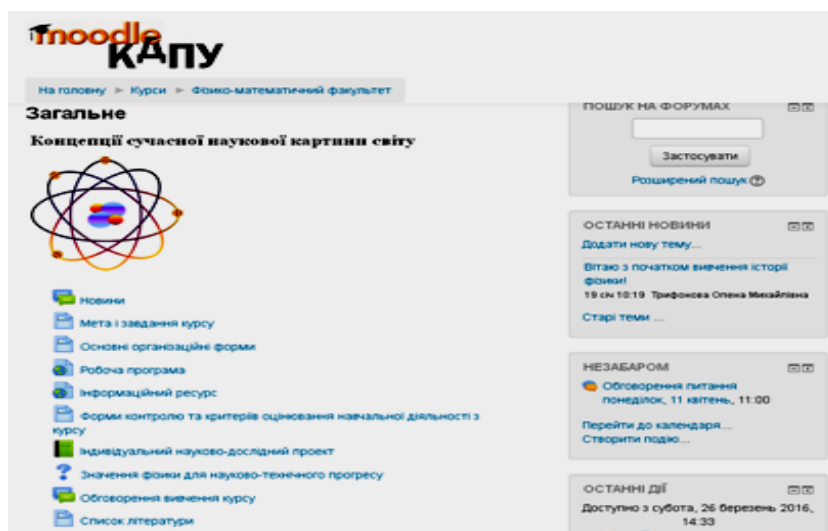


Рис. 4.31. Приклад сторінки навчальної дисципліни на Moodle ЦДПУ [133]

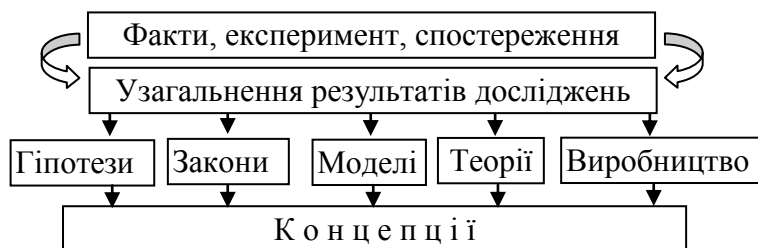


Рис. 4.32. Структурно-логічна схема поняття концепції

У курсі КСНКС (додаток Д.1) для студентів (майбутніх фахівців ЦТ) розкрито еволюцію критерію науковості у сучасних знаннях (рис. 4.33), де інтегративність наук є основним стимулом становлення наукового знання на сучасному етапі розвитку. Починаючи з середини ХХ ст. в природничих дослідженнях людина стала складовою фундаментальних і прикладних досліджень. Перші є системними і, на відміну від прикладних, їх майже неможливо планувати на перспективу в силу їх особливої специфіки, адже неможливо внутрішні проблеми поставити ззовні. Їхній зміст базується на новітніх ідеях, гіпотезах тощо. Вони складають єдине ціле, систему речовинно-енергетичної та концептуальної сукупності взаємозв'язаних складових, об'єднаних прямими та зворотними зв'язкам в деяку єдність [133].

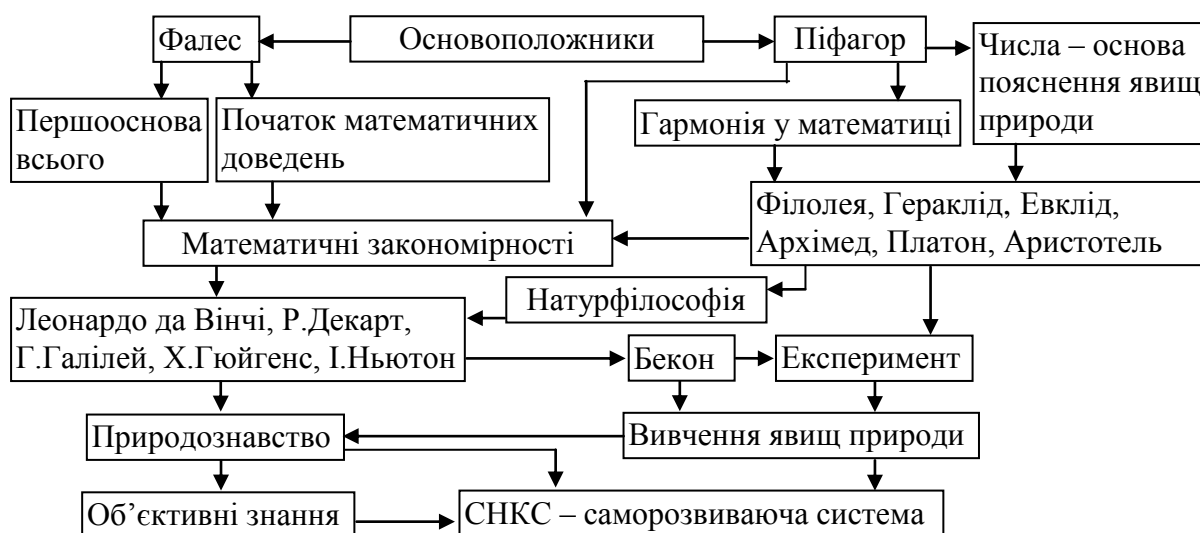


Рис. 4.33. Схема поняття хмари у сучасній науковій картині світу [133]

У ХООС ґрунтовність знань і рівень ІЦК студентів можна перевіряти у зручний для них час відповідними засобами діагностики [18] (рис. 4.34).

До структури хмарного середовища ми відносимо: хмарне сховище, хмарні обчислення; ХТ [133]. Елемент хмарного сховища використовується для зберігання даних користувачів. Інформація з них доступна не лише власного ПК, а й з інших пристроїв. Хмарне обчислення ми розглядаємо як модель доступу на вимогу через спільну пулу ІЦ ресурсів, які слід налаштувати. До таких ми віднесли комунікаційні мережі, сервери, прикладні програми [133]:

- цифрова растрова графіка забезпечує створення колажів, відео, слайд-шоу, мережі альбомів та ін. (програма Google Picasa);
- розміщення різних відеоматеріалів (Salesforce, Google You Tube);
- створення електронної пошти, взаємодії учасників навчання, організації розкладу уроків, файлових сховищ (хмарні можливості Microsoft);
- збереження інформації, здійснення обрахунків, запуск власних комп'ютерних програм (хмарний веб-сервіс Amazon);
- миттєвий голосовий зв'язок між суб'єктами навчання, зв'язок через веб-камеру (послуги Yahoo);
- редагування текстів створеного документу, зберігання документів та ін. (послуги Zoho Docs).

Таким чином, основними моментами необхідними для розгортання

визначених програмних засобів є [133]:

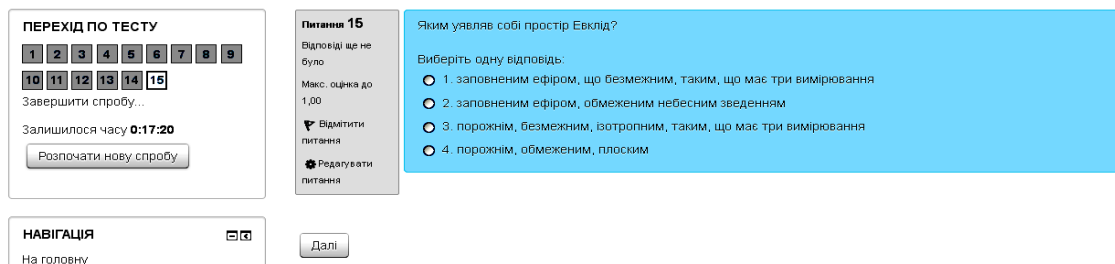


Рис. 4.34. Фрагмент реалізації засобів діагностики у ХООС [133]

- наявність особистої хмарки кожного суб'єкта навчання: використання визначеної кількості користувачів;

- публічна хмарка: вільний доступ усім користувачам;

- спеціалізована хмарка: користування вузького кола користувачів;

- гібридна хмарка: сукупність декількох хмаринок, з'єднаними стандартизованими технологіями.

Вищезазначене дало нам змогу створити структуру ХТ, що забезпечують ефективну навчальну діяльність майбутніх фахівців [133] (рис. 4.35).

Структура ХТ навчальної діяльності є системою, що включає підсистеми. Інтегративні проблеми навчальної діяльності, що забезпечують формування компетентностей студентів разом із хмарним сховищем і хмаро орієнтованим комунікаційним середовищем віднесені до першої підсистеми. До іншої відноситься складова практичної спрямованості: планування та управління навчальної діяльності та розробкою тестування і ПЗ. У сукупності ці дві підсистеми складають основу ХТ навчальної діяльності [133].



Рис. 4.35. Структура хмарних технологій навчальної діяльності [133]

Аналогічним є алгоритм навчання ФТД в умовах ХООС (додаток Д.9, додаток Д.10), де засобом може виступати як ПК, так і смартфон. Нами розроблені інноваційні ПМК навчання ФТД [135; 145; 164; 169; 173; 198; 239] (рис. 4.9) для реалізації їх в умовах ХООС.

Отже, організований у ХООС процес розвитку у студентів уявлень про СНКС характерний цілісністю та системністю його структурних компонентів і зв'язків між ними. Це забезпечує розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ та сприяє виробленню в них вміння планувати та реалізовувати власну професійну діяльність у ХООС, що розвивається стрімкими темпами.

4.5. Структура і зміст базової і професійної підготовки майбутнього фахівця спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)»

У психолого-педагогічних дослідженнях підготовці інженерів-педагогів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» у ЗВО у порівнянні з іншими галузями освіти приділяється не багато уваги. Цією проблемою займаються Н. О. Афанасьєва, Ю. І. Бочар, Н. О. Брюханова, В. В. Готтинг, О. Є. Коваленко, В. В. Кулешова, Л. Ю. Усеїнова, А. В. Хатько, Ю. О. Шереметьєва [6; 13; 16; 36; 75; 185; 195].

О. Е. Коваленко, М. І. Лазарєв, В. І. Лобунець, А. П. Тарасюк пропонують Концепцію розвитку інженерно-педагогічної освіти в Україні [59; 66; 79; 153], яка розглядає проблему формування педагога професійної школи, що володіє педагогічною та інженерною компетентністю. Звідси впливає завдання окреслити організаційну, систематичну, виховну та інші складові психолого-педагогічної системи, яка має специфічний зміст навчальних дисциплін і полягає у взаємозв'язку структурних елементів цього фаху та людським фактором. На нашу думку, в цьому полягає специфічність спеціальних ЗУН з ФТД, що лежать в основі розвитку ІЦК, необхідної для виконання специфічної діяльності майбутніх фахівців ЦТ.

В узагальненій формі в основу Концепції автори поклали положення:

- IPO є вищою ланкою професійної освіти;
- IPO передбачає ступеневу структуру, безперервну та наскрізну підготовку кадрів, що включає всі рівні вищої освіти;
- навчальні плани підготовки фахівців різного рівня відповідають Державному стандарту та узгоджені, що дасть можливість здійснити

неперервну підготовку фахівців;

– профілі інженерно-педагогічних спеціальностей охоплюють реально існуюче коло робітничих професій, які є близькими за своїм профілем;

– підготовка інженерно-педагогічних кадрів є поліфункціональною та має базуватися на зв'язку законів розвитку галузі та педагогічної науки;

– досягається глибока інтегративність технічного та гуманітарного знання як у традиційних дисциплінах, так і при впровадженні нових [66].

Приведені принципи націлені на системну підготовку фахівців професійної освіти. Виходячи з цього, на нашу думку, одним із чинників розв'язання проблеми підвищення ефективності компетентності фахівців є застосування методу інтегративності у формуванні структури та змісту ФТД.

Метод інтегративності полягає в узагальненні дослідницьких принципів, категорій, методів і прийомів авторитетних шкіл сучасної практичної дискурсології, критичного дискурс-аналізу, теорії поетапних дій розумової діяльності, конверсійного аналізу. Вказані поняття досліджують Р. Вагнер, Д. Вандерліх, П. Грайс, Дж. Лакофф, Дж. Ліч, Дж. Остін, Дж. Серль [116] та ін.

На основі проведеного аналізу структури і змісту ІЦК (див. п. 4.1) ми визначили її компоненти (рис. 4.2) та розкрили структуру базових та варіативних компонентів навчальних дисциплін професійної освіти (рис. 4.36). Поетапне втілення компонентів у професійно-педагогічну діяльність здійснюється згідно ланцюжка [86]: виокремлення фаху – прогнозування – проектування – реалізація – контроль (оцінювання) – рефлексія – корекція – проектування подальшої діяльності.

Ми спроектували (рис. 4.36) трикомпонентну структуру компетентності: знання (окреслення, яка комунікативна поведінка є найефективнішою для кожного конкретного випадку), уміння (здатність застосувати досвід у цьому контексті) і мотивація (прагнення ефективною та компетентною комунікації) [42].

Нами здійснено аналіз визначених (рис. 4.36) груп навчальних дисциплін на предмет комп'ютерно орієнтованих. Ознакою для них слугують психолого-педагогічні, організаційні, навчально-методичні, технічні вимоги.

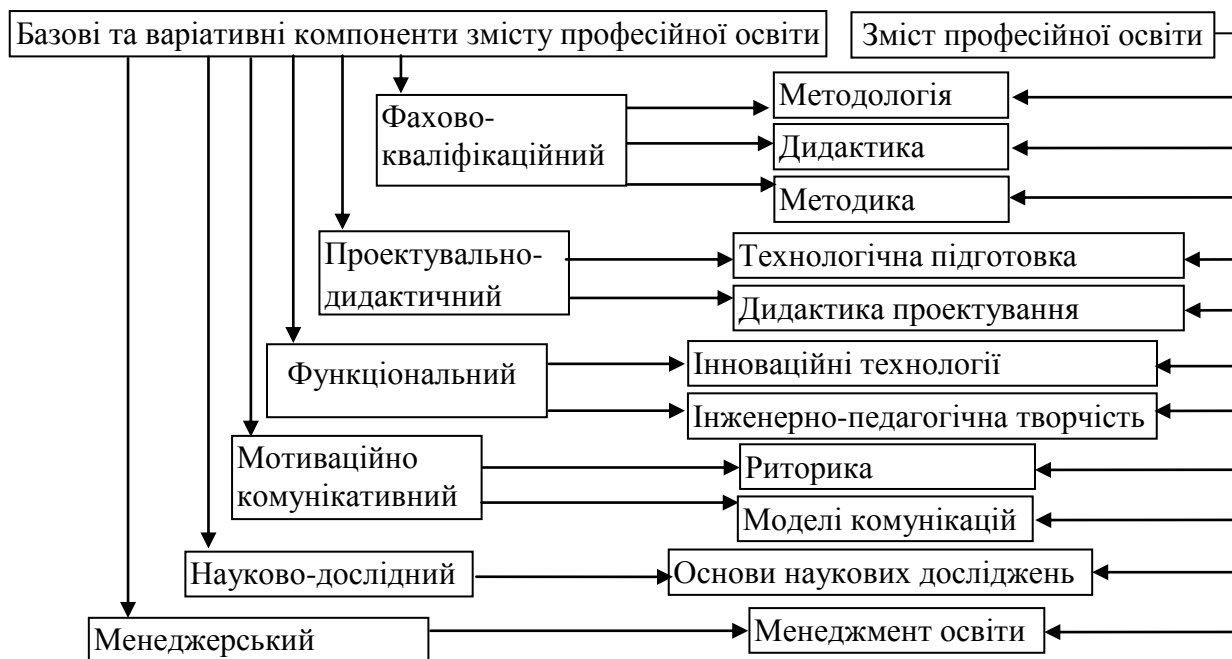


Рис. 4.36. Базові та варіативні компоненти професійної освіти

Сучасне виробництво впроваджує обладнання, що поєднується з АЦП і датчиками фізико-хімічних величин; приладами, керованими цифрово-аналоговими пристроями; автоматизованими комплексами, установок із дистанційним числовопрограмним управлінням та ін. Ми дослідили інформаційні джерела (Н. Н. Гомуліна, М. Б. Горбунова, В. В. Гузеев) та методичну літературу (П. С. Атаманчук, Ю. П. Бендес, В. П. Вовкотруб, В. Ф. Заболотний, А. М. Кух, О. С. Мартинюк, М. І. Садовий, В. В. Сіпій, Д. В. Соменко) на предмет використання цифрових лабораторій в навчанні ФТД при підготовці майбутніх фахівців ЦТ і зробили висновок, що системних досліджень не відбулося. Виникає проблема об'єктивного розвитку інформаційних джерел складної структури НФЕ та створення комп'ютерних лабораторій з новим засобом реалізації НФЕ: цифрової лабораторії з ФТД для спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)».

Упровадження у процес підготовки фахівців цифрових можливостей аналізу і обробки результатів досліджень породило суперечності. Нині у фізиці виникло завдання пов'язане з акцентуванням на кількісні закономірності її явищ. Одночасно з розвитком особистісно зорієнтованих технологій навчання виключного значення набули імітаційні (ігрові та неігрові) активні методи навчання. Вони пов'язані з моделюванням реального оточуючого

середовища, створенням НФЕ в формі «моделі науки». Суперечність викликана потребою включення студентів в експериментаторську навчальну діяльність на рівні сучасної експериментальної діяльності у фізичній науці та з другого боку, обмеженістю можливостей наявного традиційного натурального і модельного комп'ютерного експерименту. Також існує суперечність між можливостями інформаційної комунікації Інтернету та відсутністю педагогічної технології системного її використання для розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. Розв'язання цих суперечностей зумовлює необхідність формування методичної системи розвитку ІЦК студентів із професійної освіти.

Комп'ютерно орієнтовані дисципліни сприяють розвитку ІЦК на кожному етапі підготовки фахівців визначеної спеціальності. До таких дисциплін на бакалаврському рівні окрім фізики ми відносимо наступні: інженерна та комп'ютерна графіка; комп'ютерне документоведення; комп'ютерні мережі та захист даних; інженерна та комп'ютерна графіка; методика професійного навчання; прикладне та Web-програмування; комп'ютерний дизайн та мультимедіа; комп'ютерно-аналітична діяльність; основи наукових досліджень / методологічна культура педагога професійного навчання / мультимедійні технології навчання; проектування та експлуатація інформаційних систем; професійна робота з графічними пакетами; комп'ютерне моделювання та візуалізація; інформаційні системи та технології; інструментальні засоби створення навчальних програм; ЦТ в освітньому процесі; основні заходи інформатизації / захист даних в інформаційному просторі / криптографічні методи перетворення інформації; технологія створення мультимедійних Web-програм; програмування комп'ютерної графіки; офісне програмування; периферійні пристрої; інженерно-педагогічна творчість / креативні технологія навчання / ІКТ в професійній діяльності; мультимедіа, анімація, відеомонтаж; технологія обробки комп'ютерної інформації. На магістерському рівні – комп'ютерна анімація та 3D-моделювання в освітньому процесі; основи дистанційного навчання; ЦТ в галузі; числове програмне управління.

Приведений аналіз дозволив визначити структуру і зміст ФТД у

професійній підготовці майбутнього фахівця ЦТ. Ми виходимо з посилки, що навчальна дисципліна – це наукова галузь трансформована до навчальних цілей відповідно до дидактичних принципів [130; 160; 168]. У зв'язку з цим окреслення переліку технічних дисциплін здійснено відповідно до визначеного МОН України переліку технічної галузі науки [110]. Вища математика включена до переліку дисциплін, що забезпечують розвиток ІЦК при навчанні ФТД, як основний засіб розвитку НТП. Отже, для забезпечення гармонійного розвитку компонентів структури ІЦК (рис. 4.2) в процесі навчання ФТД майбутніх фахівців ЦТ нами визначено відповідність кожного компонента ІЦК навчальній дисципліні, що забезпечує його розвиток (додаток Б.3).

В окресленій структурі та змісті загальних, інтегральних і професійних компонентів знайшов відображення розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ під час навчання ФТД (рис. 4.2, додаток Б.3).

При навчанні ФТД доцільно проводити дослідний навчальний експеримент на базі засобів цифрової лабораторії та Інтернет (див. п. 4.4). Лабораторія є складовою техногенно-цифрового освітнього середовища (додаток Е) разом із комплексом дидактичних і методичних засобів навчання ФТД. Принципи роботи цифрової лабораторії зображені на рис. 4.37.



Рис. 4.37. Принципи роботи цифрової лабораторії

Таким чином, ІКТ охоплюють великий спектр ЦТ. Вони слугують для створення й поширення інформації, ПЗ, мережі безпроводного і кабельного зв'язку, мультимедійним засобам, Інтернету; дають змогу інтенсифікувати освітній процес, ефективно використовувати доступ до безлімітної інформації, вивчати методи її аналітичної обробки, створювати умови для розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

Реформування освіти має відповідати потребам розвитку техногенно-інформаційного та цифрового суспільства. Використання ІЦТ в освіті має

носити багатоплатформний наскрізний характер, тобто використовуватися не лише на заняттях інформатики в окремій аудиторії, як зазвичай, а під час навчання інших предметів, взаємодії студентів один із одним та з викладачами, реальними експертами, здійснення досліджень, індивідуального навчання.

До основних показників техніки (технологій) ми віднесли:

– продуктивність – кількість продукції (інформації і т.д.), що виготовляється, обробляється, передається за одиницю часу;

– надійність – здатність технічного пристрою без відмов виконувати свої функції на належному рівні якості або відповідати поставленим вимогам протягом заданого проміжку часу;

– довговічність – фізичний та моральний знос техніки (експлуатація справних пристроїв стає недоцільною через появу досконаліших рішень);

– економічність – кількість ресурсів, що витрачаються на виробництво одиниці продукції, переміщення одиниці вантажу та ін. [157; 177].

Традиційно склалося, що НТП передбачає ефективність результатів впровадження інновацій, насамперед у техніку через покращення якості основних показників. Такий підхід називаються *модернізацією*.

У кінці ХХ – ХХІ ст. актуальними стали проблеми екології, ергономіки, зовнішньої естетики технічних пристроїв. Ці напрями визначають і змістову частину навчальних дисциплін. Естетичну складову відносять до запитів кінцевих споживачів. Екологічні параметри стали регулюватися законодавчо. Відповідно визначаються вимоги до рівня підготовки фахівців із професійною вищою освітою, зокрема в галузі ЦТ. В дослідженні визначеним параметрам в освітньому процесі з ФТД приділена увага через включення їх до ІЦК особливо в експериментаторській діяльності [158; 161; 178].

Аналіз розвитку сучасної науки [126; 131] та ступеня впровадження її здобутків у зміст посібників з ФТД показав відставання близько 40 років.

Для фізики експеримент є критерієм істинності. В освітньому процесі з технічних дисциплін експеримент також має провідне значення. При цьому є відставання впровадження в освітній процес нового покоління приладів, а

отже потреба у розвитку існуючих і пошуці нових методик їх запровадження.

Становлення НФЕ в Україні пов'язане з іменами О. І. Бугайова [17], В. П. Вовкотруба [24], Є. В. Коршака [70], А. М. Куха [77], В. В. Мендерецького [90], Б. Ю. Миргородського [70], М. І. Садового [92; 119; 188; 189], В. П. Сергієнка [92], В. В. Слюсаренка [144] та ін. Нині змінюється експериментальна база курсу ФТД: на зміну старим приходять нове покоління приладів (див. п. 4.4), використання яких вимагає зовсім іншого рівня сформованості ІЦК.

При цьому експериментаторська діяльність (див. п. 4.4) відіграє одну з провідних ролей при розвитку ІЦК (рис. 4.2) у майбутніх фахівців ІЦТ (рис. 4.38). У науці виникла реальна можливість переосмислення створення та використання нового ІЦ навчального обладнання.

Традиційно експериментальне вивчення явищ, понять, закономірностей природи проводиться в штучній чи природній лабораторії [158; 160].

Ми розглядаємо штучну лабораторію як середовище, де монтується установка з наявного обладнання за заздалегідь підготовленими схемами, за допомогою яких досягається певного наближення ефект природного явища та демонструються ті чи інші властивості досліджуваного об'єкта [177; 238].

Експеримент в умовах природньої лабораторії проводиться виходячи з умов самої природи (дифракція на дрібних частинках від Місяця, розсіювання світла, сонячні затемнення, розкладання світла в спектр, оптичні ефекти тощо). Під час цих дослідів роль студентів є різною. Інколи вони є частиною самих дослідів. Відповідно до дидактичної мети ця діяльність може набувати репродуктивної, проблемної, пошукової чи дослідницької форми. На відміну предметно чуттєвому пізнанню природних явищ відбувається відповідна форма експериментаторської діяльності.

За цих умов, на нашу думку, актуальною вимогою до викладача ФТД, є його психолого-педагогічна готовність доносити інформацію про таку взаємодію в електронному вигляді до свідомості студентів. Успішна реалізація цього можлива за умови організації навчання та професійної підготовки

фахівця ЦТ до експериментаторської роботи та сприяння розвитку в нього ІЦК, зокрема в умовах ХООС. Для проведення експериментаторських досліджень в освітньому процесі з ФТД у сучасних умовах спостерігається широке використання ІЦ ресурсів (рис. 4.3; додаток А).

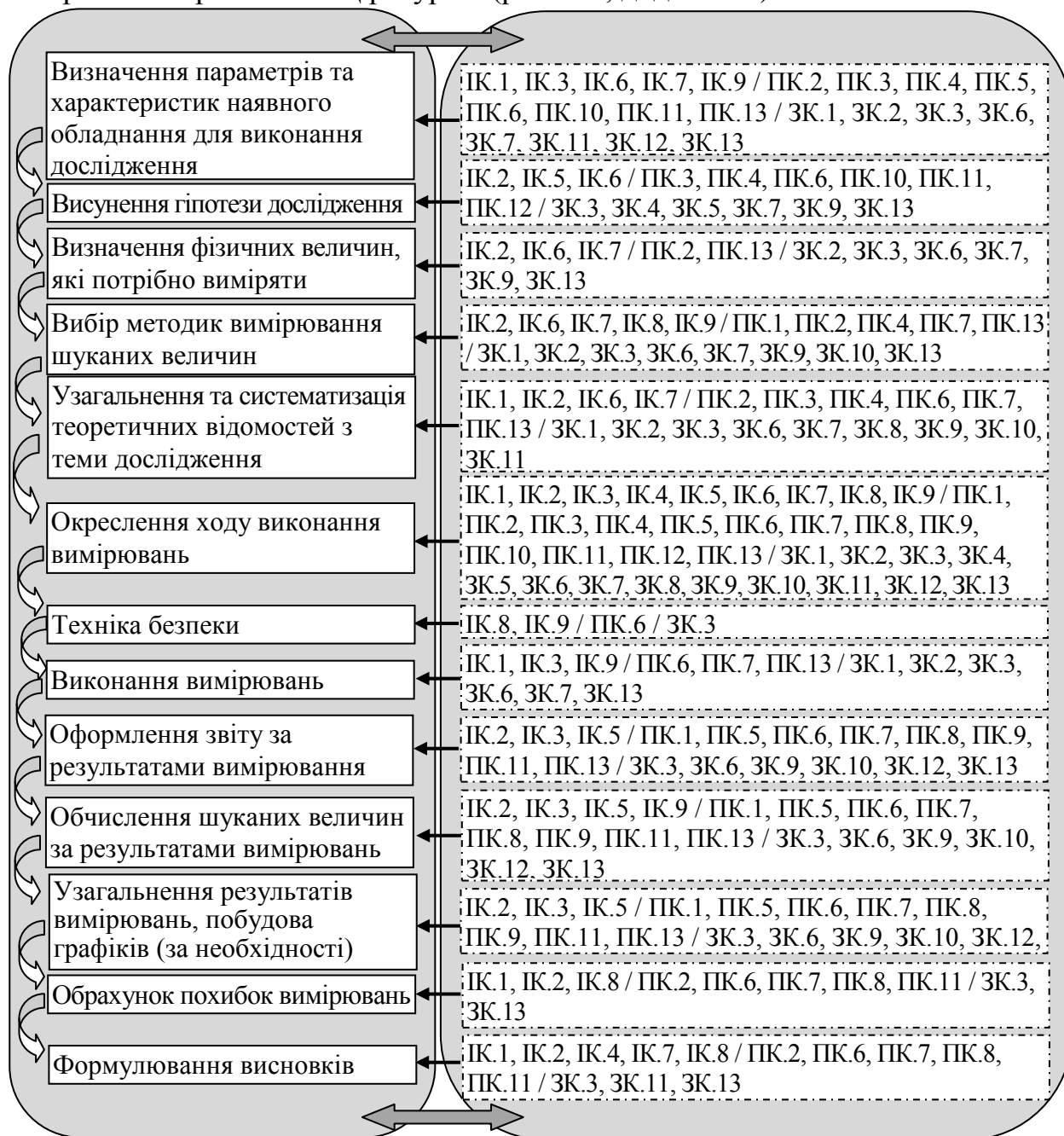


Рис. 4.38. Послідовність розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ під час виконання експериментаторської діяльності

Проведений аналіз поняття ЦТ, призначення ПК у навчально-дослідній роботі [166] (див. п. 4.1) дав змогу визначити роль ІЦТ та особливості розвитку ІЦК під час виконання НФЕ [158; 177]. Зокрема, комп'ютерні презентації виконані за допомогою різних ПЗ можуть бути ефективно використані під час

різних видів (лекції, практичні, лабораторні заняття) і етапів занять. Також студентам часто пропонується оформляти результати самостійного індивідуального науково-дослідного завдання у вигляді презентації.

Добре себе зарекомендували програми для підтримки проведення лабораторних робіт в умовах імітації комп'ютерною програмою реального досліду. Такого типу програми є віртуальними лабораторіями і знаходять застосування в галузі ФТД, наприклад, «Віртуальна фізична лабораторія» (АТЗТ «Квазар-Мікро Техно», 2007), що містять можливості тривимірного бачення, маніпулювання об'єктами, дослідження закономірностей їхньої поведінки за різної зміни параметрів [134; 177; 183].

Загальнодоступними є графічні пакети та оболонки (Corel, 3D-Studio, Macromedia Flash, Mathcad, Micro-Cap та інші), що допомагають у розв'язанні конкретних практичних завдань акме (див. п. 2.2) з використанням ІКТ, ІЦТ, ХТ без глибокого знання мов програмування. Найбільш зручними для використання в освітньому процесі є оболонки PowerPoint, Corel Move, сервіс Prezi [134; 177; 183]. Саме до роботи з ними повинні бути готові майбутні інженери-педагоги ЦТ.

М. І. Садовий, М. В. Хомутенко [135; 197] вважають, що на сучасному етапі у вказаних програмах використовуються всі види комп'ютерної графіки, що дає високі можливості зі створення об'єктів. На сучасному етапі розвитку науки і техніки, готові файли займають мінімум постійної пам'яті. При роботі з подібними програмами вистачить ПК з не великим об'ємом вільної пам'яті на жорсткому диску, а також незначного об'єму оперативної пам'яті. Існують електронні і звичайні підручники з використання програм, та їх різноманітні версії. Порівняно швидко можна створити готовий об'єкт і, за допомогою внутрішніх ресурсів програми, зробити його рухомим, змінити постановку дослідження і способи обробки готових результатів.

Моделювання засобами ЦТ дозволяє в умовах освітнього процесу з ФТД відтворювати фізичні явища і технологічні процеси, швидко і точно проводити розрахунки, багаторазово повторювати експеримент із різними

вихідними даними, змінювати їх залежно від поставленої мети дослідження.

Ми виділили [1; 2; 174; 177] варіанти використання динамічних комп'ютерних моделей при поясненні матеріалу: в теорії, розгляд явищ, законів та історичного досвіду; для демонстрації застосування досліджуваного явища в житті і техніці; для побудови графіків тощо.

Продовжуючи традицію вчених-методистів [24; 70; 90; 122] та враховуючи тенденції навчального приладобудування ми розробили систему сучасного демонстраційного обладнання [92; 174; 188; 189] та приладів при навчанні ФТД та елементів розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

Так постановка демонстрацій з геометричної оптики (рис. 4.39–рис. 4.41) здійснюється з використанням комплекту новітнього покоління фірми «Phywe». Комплект виготовлено у трьох варіантах: для постановки демонстраційних дослідів, для фронтального експерименту та для виконання лабораторних робіт. Він виготовлений з нових конструкційних матеріалів, є компактним, універсальним, зручним у користуванні [166].

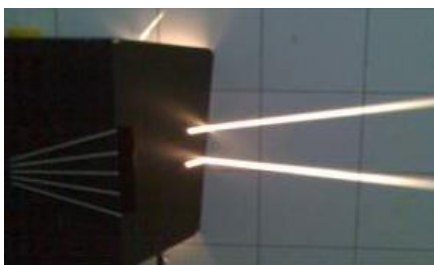


Рис. 4.39. Демонстрація поширення двох променів

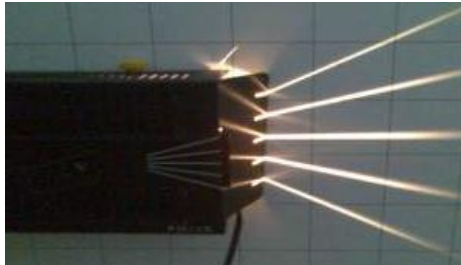


Рис. 4.40. Поширення п'яти променів, що розходяться

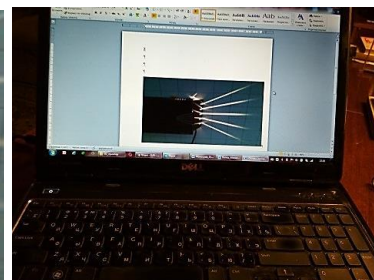


Рис. 4.41. Динамічна картинка

Ми розробили систему фронтальних дослідів творчого характеру (додаток Д), що забезпечують розвиток усіх компонентів ІЦК. Їхня ефективність на практиці виявилась кращою за демонстраційний, адже студенти самостійно конструювали різні комбінації приладів і самостійно робили власні висновки.

Перспективними для використання в освітньому процесі з ФТД для розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ є прилади, які поєднуються з комп'ютерною технікою.

Для реалізації потенціалу комп'ютерної техніки у процесі навчання ФТД майбутніх фахівців ЦТ ми також пропонуємо [128; 144; 168] запровадити в

освітній процес розробки та методичне опрацювання ряду комп'ютерних навчальних систем, що використовують цифрові вимірювальні прилади та опрацювання одержаних результатів за допомогою ЕОМ: «L-мікро®» – являє собою єдину систему у вигляді експериментального середовища, що об'єднує демонстраційне обладнання і набори для лабораторних робіт та практикуму [227]. Основним елементом «L-мікро®» є ПК із вимірювальним блоком. Для проведення вимірювань слугують датчики фізичних величин, які під'єднуються до вимірювального блоку; *цифрові лабораторії*: а) «Архімед» – обладнання для проведення широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики, біології та хімії. Комплект включає переносні комп'ютери NOVA 5000 або вимірювальні інтерфейси USBLink. У комплекти входять набори датчиків, а також ПЗ для збору, аналізу та обробки даних; б) «Phuwe», що охоплює комплекти обладнання і передбачає виконання базового набору експериментів у рамках класичної та сучасної науки [144].

Специфіка навчання ФТД у ЗВО полягає в тому, що студенти мають бути мотивовані в формуванні системи ЗУН, які давали б можливість ефективно оволодіти методами передачі інформації, виховувати в них допитливість, інтерес до знань, любов до творчої праці, здатність шукати, зберігати та переробляти інформацію, мати уявлення про кібербезпеку.

Саме це, на нашу думку, має забезпечити усвідомлення викликів, що стоять перед системою освіти загалом, і зокрема при підготовці фахівців ЦТ.

Ми вважаємо, що вдосконалювати теоретичні знання з ФТД варто в інтегрованій єдності з розвитком практичних умінь і навичок студентів під час виконання фізичного практикуму.

У навчанні дисциплін матеріалознавство, спеціальні конструкційні матеріали та ін. розроблено [120] практичні дослідницькі роботи зі спостереження властивостей кристалів сталей з використанням мікроскопу МІМ-7 (рис. 4.42) та відеокамери, від якої сигнал передається на комп'ютер, смартфон. У випадку використання мікроскопу LCD Micro (рис. 4.43) кристали сталі спостерігаємо на екрані монітора мікроскопа. Скануючий цифровий

мікроскоп (рис. 4.44) застосовується для зондової мікроскопії. Його дія побудована на реєстрації взаємодії між зонтом і досліджуваною поверхнею: атомами, молекулами і має велику роздільну здатність. Все це є предметом вивчення фізики.



Рис. 4.42. Мікроскоп MIM-7 [120]



Рис. 4.43. Мікроскоп LCD Micro [120]



Рис. 4.44. Установка зі скануючим мікроскопом [120]

Під час виконання фізичного практикуму студентам пропонується не лише виконати лабораторні дослідження за наведеною в інструкції схемою, а й доповнити кожну роботу: змодельовати за допомогою ПК певне фізичне явище чи технічний процес. Майбутні фахівці ЦТ повинні переглянути інформаційні ресурси, запропонувати варіанти вдосконалення лабораторних досліджень, змодельовати явища, узагальнити та систематизувати отриману у висновках інформацію. Все це у загальному підсумку спонукає до творчого виконання робіт і забезпечує розвиток ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

На сучасному етапі розвитку освіти все частіше фізичні явища та технічні процеси вивчаються за допомогою модельної наочності [1; 2]. Вона доповнює навчально-дослідний експеримент та інші традиційні форми наочності (таблиці, слайди, відео- і аудіо-записи, моделі і пристрої), оновлює традиційну наочність. Використання реального чи модельного НФЕ активізує пізнавальну діяльність студентів, але тільки комплексне їхнє застосування дає позитивні результати при навчанні ФТД [49; 122; 174].

Нами визначені [21; 178] основні підходи щодо створення системи модельного (віртуального) експерименту за допомогою формування методики підготовки комп'ютерних навчальних програм на основі мови

програмування Delphi [21] та ПЗ Blender [46], використання ряду ПЗ [1; 2].

В освітньому процесі ФТД є прагнення висвітлити варіанти поєднання віртуальної і реальної наочності при вивченні фундаментальних фізичних сталих. Нами розроблено [21] ПЗ, яке відіграє роль продовження класичного варіанту лабораторної роботи з визначення сталої Планка, але на вищому рівні ІСТ. У розглядуваному модельному експерименті відбувається побудова вольт-амперних характеристик світлодіодів (рис. 4.45) [21]. Це ПЗ призначене для побудови графіків функцій та дотичних до них, що задані у декартовій системі координат, дослідження графіків функцій та залежностей між змінними, тобто відіграє роль засобу віртуальної наукової наочності. Процес роботи з цим в ПЗ передбачає наступні етапи: написання рівняння (або системи рівнянь) \Rightarrow побудова графіка \Rightarrow дослідження графічної залежності при зміні параметрів. Нами поєднано результати реального експерименту, під час якого ми отримали залежність $I = f(U)$ для різних світлофільтрів (дані заносимо до таблиці, рис. 4.46) з розробленим ПЗ [21]. Можливість занесення інформації до таблиці забезпечує кнопка «Отримати значення сили струму та напруги для світлодіода» (рис. 4.47).

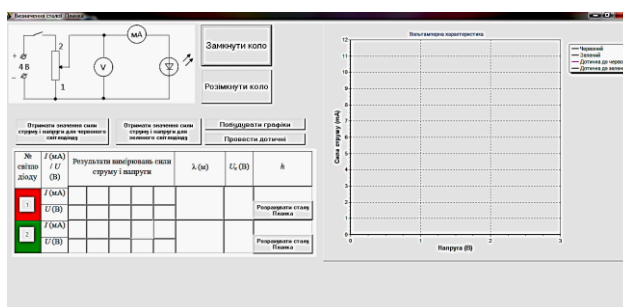


Рис. 4.45. Інтерфейс ПЗ «Визначення сталої Планка» [21]

Побудову графіка слід реалізовувати через натискання кнопки «Побудувати графіки», що дає змогу одночасної побудови графіків залежності для двох світлофільтрів. Наступний етап – проведення дотичних до отриманих графіків (кнопка «Провести дотичні»). Остаточний вигляд графіків зображено на рисунку 4.48 [21].

У такий спосіб відбувається побудова графіків для різних світлофільтрів.

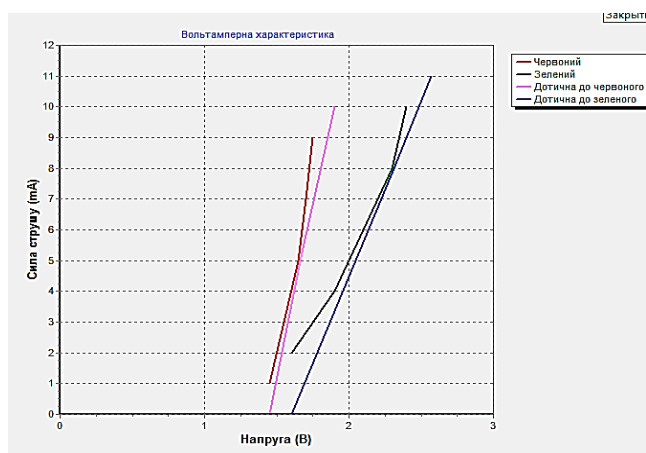
Отримати значення сили струму і напруги для червоного світлодіода		Отримати значення сили струму і напруги для зеленого світлодіода		Побудувати графіки				
				Провести дотичні				
№ світлодіода	I (мА) / U (В)	Результати вимірювань сили струму і напруги				λ (м)	U_k (В)	h
1	I (мА)							
	U (В)							Розрахувати сталу Планка
2	I (мА)							
	U (В)							Розрахувати сталу Планка

Рис. 4.46. Форма для результатів вимірювань [21]

Отримати значення сили струму і напруги для червоного світлодіода		Отримати значення сили струму і напруги для зеленого світлодіода		Побудувати графіки					
				Провести дотичні					
№ світлодіода	I (мА) / U (В)	Результати вимірювань сили струму і напруги				λ (м)	U_k (В)	h	
1	I (мА)	1	3	5	7	9	700 н.м.	1.68	6.272E-34
	U (В)	1.45	1.55	1.65	1.7	1.75			
2	I (мА)	2	4	6	8	10	560 н.м.	2.45	7.317464E-34
	U (В)	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4			

Рис. 4.47. Форма з результатами вимірювання та проведеними обчисленнями [21]

Після цього програма самостійно обраховує значення U_k , визначає довжину світлової хвилі для обраного користувачем світлофільтра і за заданою формулою обраховує значення сталої Планка [21]. Тут моделюється не лише побудова графіків залежностей, а й вносяться корективи до самої моделі установки, досліджуваного явища. Тоді має місце інтегративне використання реального та віртуального під час НФЕ.

Рис. 4.48. Графік залежності $I = f(U)$ і дотичних до них [21]

Нами розроблені ППЗ, які дозволяють моделювати різні фізичні явища, процеси, виробничі технології. Прикладом їх є електронні динамічні моделі «Карти ізотопів» [1], «Теорії Великого вибуху» [2], робота з якими забезпечує розвиток ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ.

Моделювання системи НФЕ в процесі підготовки майбутніх фахівців ЦТ виконуємо згідно вимог чотирикомпонентної схеми (рис. 4.49).

Таким чином, нами обґрунтовано засади розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ під час фізичної та технічної експериментаторської діяльності, розглянуті проблеми призначення ПК в дослідній діяльності студентів, сформована система експерименту навчання ФТД студентів спеціальності

«Професійна освіта (Цифрові технології)». В цьому зв'язку ми розглянули шляхи реалізації методичної системи розвитку ІЦК в освітньому процесі з ФТД у підготовці майбутнього фахівця ІЦТ.

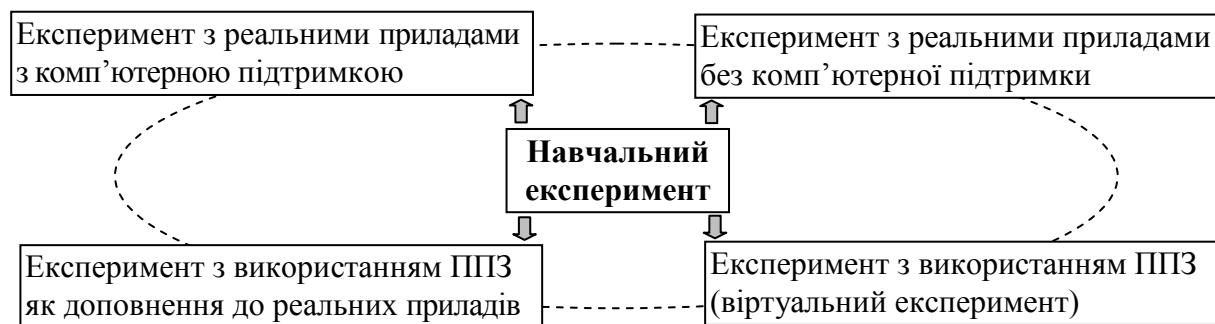


Рис. 4.49. Система навчального експерименту у процесі підготовки майбутніх фахівців ІЦТ

На зламі ХХ–ХХІ ст. людство перейшло в нову інформаційну епоху (див. п. 1.5), і відбуваються зміни умов системи його існування. Людство переходить в техногенно-інформаційне суспільство (див. п. 2.1; п. 3.1). В. Г. Кремень вважає, що перехід людства від індустріального виробництва до науково-інформаційних технологій, а згодом і до формування суспільства знань є найважливішим пріоритетом життєдіяльності будь-якого суспільства, де об'єктивно визначається наука як сфера, що продукує нові знання й освіту. Саме такою є Україна [71]. Ми поділяємо думку, що модернізацію науки неможливо здійснити без активного розв'язування проблеми триєдиної інтегративності: виробництво (технології), наука та освіта [71] (див. п. 3.1). Цього можна досягти через активізацію наукової складової вищої освіти.

Інтегративність освіти і науки в освітньому процесі ЗВО дає змогу реалізовуватися принципу єдності навчання і наукових досліджень [71].

За цих умов суспільство розвивається у рамках інтегративних процесів, що пронизують усі сфери життя людини. Взаємообумовлюючий вплив освіти, науки, техніки та технологій (див. п. 3.1) (рис. 4.50) проявляється через наступний алгоритм [158]: освіта дає суб'єктам навчання базовий фундаментальний інструментарій для пізнання оточуючого світу \Rightarrow на основі сформованих базових понять і законів наука розвиває нові змістові наукові теорії та концепції \Rightarrow згодом накопичений науковий багаж перетворюється у

безпосередню виробничу силу і знаходить своє впровадження в галузі техніки і технологій \Rightarrow наступний виток розвитку суспільства відбувається тоді, коли за допомогою технологій наукові здобутки суспільства передаються на етап базового фундаментального інструментарію. Наші дослідження [168] показали, що в підготовці фахівців ЦТ взаємообумовлюючий вплив освіти, науки, техніки та технологій (рис. 4.50) проявляється найяскравіше.

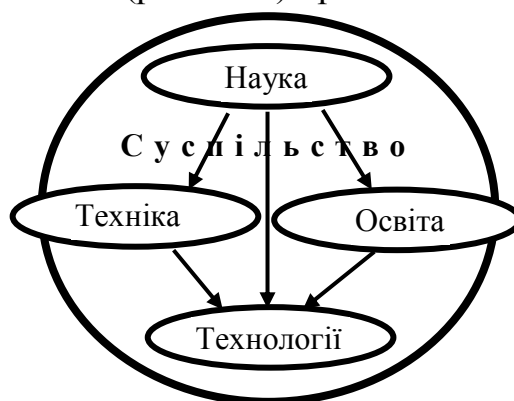


Рис. 4.50. Суспільствознавче науково-технічне середовище

Під час навчання ФТД, що є основою НТП (див. розділ 1), при підготовці фахівців ЦТ вважаємо за доцільне ознайомити студентів із взаємообумовлюючим впливом (рис. 4.50), максимально реалізувати потенціал інтегративних процесів і міжпредметних зв'язків (рис. 3.27).

Всі складові суспільствознавчого середовища так чи інакше пов'язані з експериментаторськими методами дослідження. Це, насамперед, зумовлено тим, що на початку XXI ст. методи й технічні засоби експериментального дослідження природних явищ і процесів досягли високого ступеня досконалості (див. п. 1.4). Їхнє енергетичне забезпечення досягає максимуму можливостей за сучасних технологій. Нині наступив період граничної межі розвитку як властивостей матеріальних об'єктів, так і змін швидкоплинних фізичних, хімічних і біологічних процесів [166].

З метою цілісного представлення взаємообумовлюючого впливу освіти, науки, техніки та технологій у процесі підготовки фахівців ЦТ ми пропонуємо на I та II курсах ознайомити студентів зі здобутками НТП. Спочатку це можна здійснити під час дисципліни КСНКС (див. п. 3.2, п. 3.3), запропонувати включити окремі питання КСНКС у зміст ФТД [168],

розглянути окремі питання математичних методів фізики [104], історії фізики [126], історії автомобіля [125], фізики твердого тіла [103], а далі на підсумкових етапах – запропонувати курс робототехніки та мехатроніки [183], як приклад інтеграції науки, освіти, техніки та STEMAR технологій.

На основі викладеного матеріалу ми прийшли до висновку про доцільність введення до навчальних планів підготовки фахівців у ЗВО інтегративних курсів ФТД, що забезпечить краще розуміння теоретичних основ НТП, сприятиме підвищенню мотивації навчання, підвищенню його результативності, перетворенню знань у безпосередню виробничу силу.

Проведений нами (див. п. 1.2, п. 2.1) аналіз методології логічної побудови дослідження процесу розвитку ІЦК у вітчизняних та зарубіжних дослідженнях дав змогу виокремити елементи формування ІЦК в освітньому процесі з ФТД у підготовці майбутнього фахівця ЦТ.

Аналіз поняття «компетентність» (див. п. 2.3), «цифрова компетентність», «інформаційна компетентність», «ІЦК», «ІЦ компетентність» (див. п. 4.1) показали значну увагу наукової спільноти до цих питань, зокрема і в країнах зарубіжжя не лише в Європі, а й у США, Китаї, Японії [212; 214; 228; 233].

Спільним у вказаних дослідженнях є віднесення ІЦК до ключових, надпредметних компетентностей. Вона є основоположним елементом професійної компетентності сучасного фахівця ЦТ і ґрунтується на сукупності ЗУН у галузі ІКТ, цінностях і практичній значимості.

На нашу думку, зазначені елементи поняття ІЦК мають відповідати дидактичним принципам навчання [172].

Аналіз праць педагогів Ю. К. Бабанського [101], С. У. Гончаренка [34], А. І. Кузьмінського [74], Ч. Куписевича [76], В. Оконя [98], І. П. Подласого [102], О. Я. Савченко [118], М. М. Фіцули [190], В. В. Ягупова [206] та ін. показує, що різновидів дидактичних принципів багато, і вони мають тенденцію змінюватися відповідно до вимог суспільства до рівня підготовки суб'єктів навчання. Проте практика утвердила невелику кількість традиційних принципів, зокрема: доступності [34; 76; 98; 102; 118; 190; 206]; зв'язку теорії з практикою

[74; 76; 98; 102]; міцності засвоєння знань і дієвості результатів навчання [34; 74; 76; 98; 101; 102; 118; 190; 206]; наочності [34; 74; 76; 98; 101; 102; 118; 190; 206]; науковості [34; 74; 101; 102; 118; 190; 206]; послідовності [34; 102; 190; 206]; свідомості (усвідомленості) і активності [34; 74; 76; 98; 101; 102; 190; 206]; систематичності (системності) [34; 74; 76; 98; 101; 102; 118; 190; 206].

В. В. Ягупов вважає, що: «принципи навчання – це спрямовуючі положення, нормативні вимоги до організації та проведення дидактичного процесу, які мають характер загальних вказівок, правил і норм та впливають із його закономірностей [206, с. 291]. М. М. Фіцула під принципами навчання розуміє: «Вихідну вимогу до процесу навчання, що впливає з закономірностей його ефективної організації» [190, с. 128].

Характерним для епохи застосування ІТТ в освітньому процесі є принцип *мобільності*, який передбачає вільний доступ до інформації без прив'язки до місця знаходження суб'єкта навчання та джерела інформації, обмеженості у часовому ресурсі (рис. 4.51) [172].

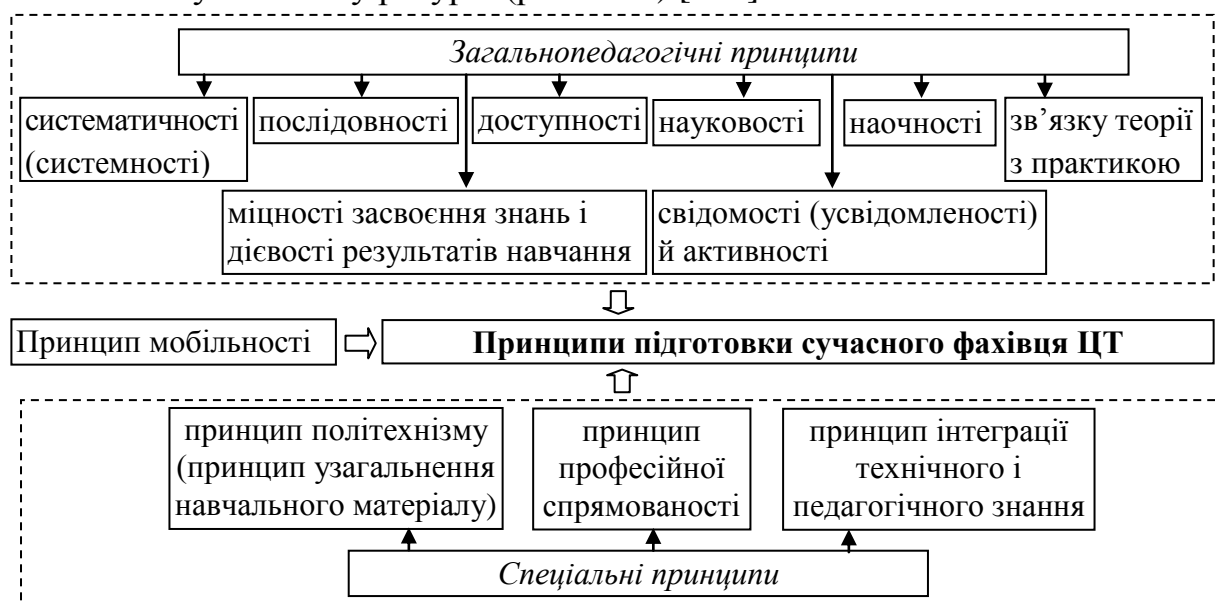


Рис. 4.51. Система принципів підготовки сучасного фахівця ІТ

Сутність та специфіку принципів навчання ми розкрили у публікаціях [166] та ін. Реалізація дидактичних принципів забезпечується компетентнісним підходом до навчання студентів. Ми сформуваємо структурно-логічну схему формування поняття «компетентність», яка спрямована на формування розвивального характеру ІЦК у ході освітнього

процесу підготовки майбутніх фахівців ЦТ (рис. 4.52).

Вказані принципи у достатній мірі відповідають розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД. Реалізація принципів дидактики в епоху цифровізації в повній мірі забезпечує розвивальне навчання, методика якого за системою Д. Б. Ельконіна – В. В. Давидова потребує від педагога спеціальних професійних здібностей, знань психолого-педагогічних основ навчання, розвитку дитини, вміння прогнозувати кінцевий результат, знання характерних особливостей розвитку пізнавальної діяльності школярів різного віку. В цій системі компетентність розглядається через знання, діяльність, дослідництво, ставлення та цінності. В свою чергу вказані компоненти мають забезпечити розвивальний процес суб'єктів навчання (рис. 4.52).

Е. Ф. Зеєр [51] наголошує, що особливого значення в підготовці інженерів-педагогів набувають наступні специфічні принципи:

- політехнізму (принцип узагальнення навчального матеріалу);
- професійної і прикладної спрямованості;
- інтеграції технічного і педагогічного знання.

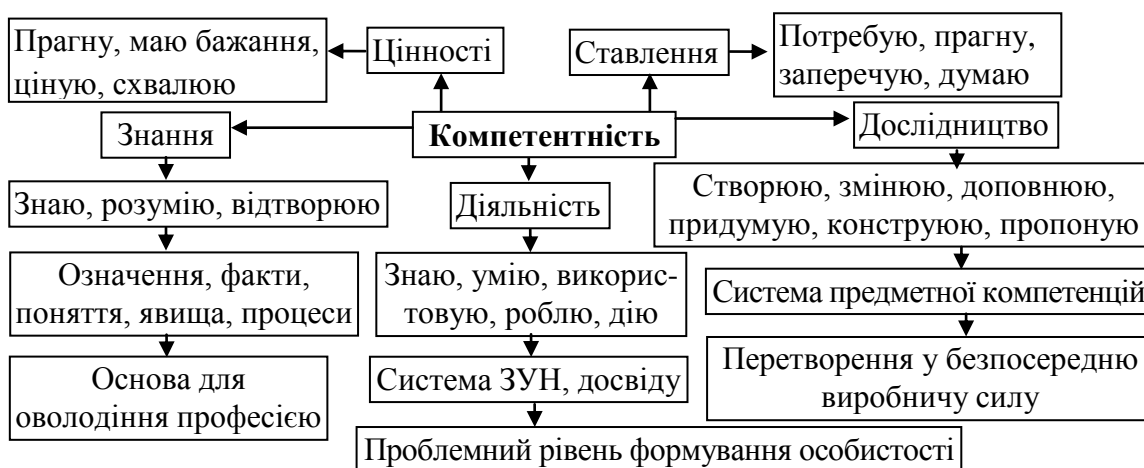


Рис. 4.52. Структура розвивального впливу компетентнісного підходу

В умовах розвитку техногенно-інформаційного суспільства ми вважаємо за доцільне акцентувати увагу в процесі підготовки майбутніх фахівців ЦТ на *принципі політехнізму*, який має розвивальний характер [172].

В. В. Сіпій [141] доводить актуальність цього принципу на сучасному етапі розвитку українського суспільства.

Принцип політехнізму ми розглядаємо як один із основних принципів

організації навчально-виховної роботи в сучасному ЗВО, що забезпечує підготовку спеціалістів широкого профілю на основі виявлення інваріантної наукової основи, загальної для різних наук, технічних дисциплін, технологій виробництва, що дозволить студентам переносити знання та уміння з однієї області в іншу, в результаті чого досягається їхній розвиток.

Політехнічний принцип не вимагає досконального вивчення особистістю окремих виробництв, об'єктів і процесів, передбачає ознайомлення з загальними науковими принципами, характерними для багатьох основних конкретних виробництв. У зв'язку з цим кожний механізм, машина, явище, які вивчаються студентами, розглядаються як елементи широких груп аналогічних пристроїв і процесів. Задача викладача полягає в тому, щоб на прикладі конкретного, одиничного познайомити майбутніх фахівців із загальним явищем, характерним для великої групи споріднених предметів. Як зазначає П. Р. Атутов, із позицій цього принципу вивчаються техніка, технологія, економіка виробництва [5].

Виходячи з того, що предметом дослідження є фахова підготовка майбутніх фахівців ЦТ, то, на нашу думку, саме для цих фахівців є досить актуальною потреба упровадження принципу політехнізму в освітню діяльність та висвітлення місця ІІТ техніки на виробництві та в побуті.

Політехнізм сприяє адаптації студентів до стрімких змін у професійній освіті у закладах професійно-технічної освіти, полегшить самостійне опанування новими технічними та спеціальними дисциплінами [51]. Обов'язковим компонентом професійної підготовки студентів є фундаментальна політехнічна підготовка, що інтегрує загальнонаукові (вища математика, інформатика та обчислювальна техніка, фізика (за професійним спрямуванням)) і загальнотехнічні (радіоелектроніка / цифрова техніка / основи автоматики, електротехніка та промислова електроніка, машинознавство (за професійним спрямуванням) та ін.) дисципліни [172].

Професійна спрямованість підготовки майбутніх фахівців ЦТ визначається концепцією їхньої підготовки [65] (додаток Б.2). Становлення інженера-педагога зі спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)»

ґрунтується на співвідношенні наукових і практичних компонентів у структурі їхньої підготовки на бакалаврському рівні (рис. 3.7) та магістерському рівні (рис. 3.8) [65] (додаток Б.2). Вони мають чітку спрямованість, мобільні до вимог часу, визначаються потребами ринку праці, відповідають розвитку сучасної техніки і технологій. Окреслена спеціальна підготовка зі спеціальності забезпечується дисциплінами комп'ютерно-орієнтованого спрямування та професійно орієнтованих дисциплін (автоматизовані системи управління, робототехніка тощо) [172].

Особливості принципу *інтеграції технічного і педагогічного знання* у процесі фахової підготовки інженерів-педагогів, з галузі ЦТ полягають у формуванні відповідної інтегрованої компетентності. Така компетентність носить розвивальний характер. Таким чином, ефективним є період реформ, де педагогічна парадигма ґрунтується на цифровізації освітньої галузі на основі переходу з екстенсивного шляху розвитку на інтенсивний. Це відповідає запиту суспільства в частині підготовки фахівця в галузі ЦТ. На нашу думку, запропонована методична система, концепція та педагогічні засади спонукають до покращення якості підготовки сучасного фахівця ЦТ в умовах цифровізації.

Висновки до розділу 4

1. У ході дослідження *утвердилася* думка, що інформатизація та цифровізація внесли корективи в життя суспільства. Це дає підставу вважати, що на планеті Земля створюється інформаційне середовище – автоматизована інформсфера. Звідси випливають *передбачення*, що через 10–15 років третина сучасних спеціальностей зникнуть. Виникають проблеми: інформаційної нерівності членів суспільства, інформаційних війн, інформаційно-психологічної безпеки людини. Виходячи з указаних умов у галузі освіти ми *виявили* суперечність між «цифровим» студентом і «нецифровим» викладачем, ЦТ і ІКТ, цифровою та традиційною вимірювальною технікою, оцифрованими та традиційними засобами навчання та ін.

2. Під час дослідження ми *сформували* основи концепції електронізації

та цифровізації, яка має базуватися на вироблених нами компонентах (див. п. 4.1). Виходячи з окресленої концепції електронізації *обґрунтовано і сформовано* основні компоненти методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ (див. п. 4.3).

3. На основі узагальнення досліджень учених *складено* структурно-логічну схему розвитку компонентів цілей здобуття ЗУН, цінностей та готовності до застосування ще під час навчання (рис. 4.4). Доведено, що ефективність розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у значній мірі залежить від якості ПМК, упровадження якого передбачає одержання якісної освіти через ефективний розвиток ІЦК і методологію її формування.

Діяльнісна складова *розробленого* ПМК нового типу містить: автономні ППЗ, що виконуються на пристрої доступу до комплексу (ПК, ноутбук, планшет, смартфон тощо); традиційні хмарні засоби Google G Suite (Gmail, Google Drive, Документи Google, Сайти Google, Календар Google, Google Chat, Google Meet); хмарні ППЗ, інтегровані з Google G Suite (віртуальні лабораторні роботи, засоби аналізу відео, опрацювання експериментальних даних тощо); хмарні засоби управління навчанням (Google Classroom).

4. На основі сформованої концепції *розроблена* модель засад формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД. В її основу *покладено* метод інтегративності, який полягає в узагальненні дослідницьких принципів, категорій, методів і прийомів авторитетних шкіл сучасної практичної дискурсології, критичного дискурс-аналізу, теорії кооперативних максимумів, концепції обличчя і ввічливості, теорії поетапних дій розумової діяльності, конверсійного аналізу.

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.

5. *Розроблений* інтегративний метод формування змісту ФТД у підготовці фахівців ЦТ базується на раціонально-логічному та ірраціональному, де представлені наукові концепції. В їхню основу покладені результати дослідження інтелектуальних основ педагогічної діяльності та творчий характер освітньої педагогічної діяльності. У першому випадку провідну роль відіграє теорія поетапного формування розумових дій, а у другому – теорія оптимізації навчання. Психолого-педагогічними поняттями ми *обрали*: пояснення, розуміння, узагальнення, структурування, об'єктивну і суб'єктивну значущість поняття, метод поглибленого дослідження і пізнання людиною моментів власної активності (почуття, мислення, самоаналіз) та ін.

6. *Доведена* необхідність упровадження у процес підготовки майбутніх фахівців на базі цифрових можливостей аналізу й обробки результатів навчальних і наукових досліджень, що породило суперечності. *Виявлені* суперечності викликані необхідністю включення студентів до експериментаторської навчальної діяльності на рівні сучасного експериментування у фізичній науці та з другого боку, обмеженістю можливостей наявним традиційним натурним і модельним комп'ютерним експериментом. Крім цього, *з'ясована* суперечність між можливостями інформаційної комунікації Інтернету та відсутністю педагогічної технології системного її використання для розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. Розв'язання виявлених суперечностей *зумовило* необхідність формування методичної системи розвитку ІЦК студентів із професійної освіти.

7. *Розроблено* систему сучасного експерименту для навчання ФТД з метою розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ на базі мікроелектроніки та ІКТ, ЦТ навчання. Завдяки їй суттєво розширюються інтелектуальні можливості людини.

Визначені [21] основні підходи щодо створення системи модельного (віртуального) експерименту за допомогою формування методики підготовки комп'ютерних навчальних програм на основі мови програмування Delphi [21] та ПЗ Blender [46], використання ряду ПЗ [1; 2]. Нами розроблено [21] ППЗ, який відіграє роль продовження класичного варіанту лабораторного дослідження з визначення сталої Планка, але на вищому рівні ЦТ.

8. *Прийшли* до висновку про доцільність введення до навчальних планів підготовки фахівців у ЗВО інтегративних курсів ФТД, що забезпечить якісний теоретичний рівень розвитку ІЦК. На основі взаємоузгодженого розвитку інтегративних і логіко-психологічних аспектів освітнього процесу формується ряд позитивних рис сучасного стилю мислення студентів, зокрема системність, конкретність, перспективність, критичність, евристичність, почуття міри, ймовірність, економічність та узагальнень.

З'ясовано, що система інтегративного навчання ще недостатньо опрацьована і потребує подальшого дослідження.

Основні наукові положення розділу викладено в опублікованих працях [1; 2; 18; 19; 21; 46; 92; 103; 104; 124–136; 145; 155–183; 188; 189; 191; 197; 198; 238; 239].

Список використаних джерел до розділу 4

1. 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.

2. 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.

3. Амеліна С.М., Тарасенко Р.О. Особливості формування інформаційної компетентності майбутніх перекладачів в аспекті підготовки до здійснення процесів локалізації програмних продуктів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 3, т. 53. С. 49–60.

4. Андреев А.М. Теоретико-методичні засади підготовки майбутнього вчителя фізики до організації інноваційної діяльності учнів у навчальному процесі: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Запорізький нац. ун-т. Запоріжжя, 2019. 577 с.

5. Атутов П.Р. Концепция политехнического образования в условиях технологического этапа научно-технического прогресса. *Школа 2000. Концепции, методики, эксперимент* : сб. науч. тр.; под ред. И. Дика, А.В. Хуторского. Москва: ИОСО РАО, 1999. 308 с.

6. Афанасьева Н.А. Ситуативные задачи как средство формирования информационной компетентности будущих педагогов профессионального обучения вуза: дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / ФГБОУ ВПО «Брянский гос. ун-т имени академика И.Г. Петровского». Брянск, 2012. 157 с.

7. Ахундов М.Д., Баженов Л.Б. Философия и физика в СССР. Москва: Знание, 1989. 64 с.

8. Беспалов П.В. Компьютерная компетентность в контексте личностно-ориентированного обучения. *Педагогика*. 2003. № 4. С. 45–50.

9. Биков В., Шишкіна М. Теоретико-методологічні засади формування хмаро орієнтованого середовища вищого навчального закладу. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. № 2. С. 30–52.

10. Бодненко Т.В. Теоретико-методичні засади навчання дисциплін з автоматизації виробництва майбутніх фахівців комп'ютерних систем: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02; 13.00.04 / НПУ імені М.П. Драгоманова. Київ, 2017. 453 с.

11. Больцман Л. Лекции по теории газов / Перевод с нем. под ред. Б.И. Давыдова. Москва: ГИТТЛ, 1953. 555 с.

12. Бондаренко Т.С., Кожевніков Г.К. Методи і моделі формування готовності майбутніх інженерів-педагогів до розробки та використання комп'ютерних навчальних систем: монографія. Харків: УПА, 2013. 342 с.

13. Бочар Ю.І. Методика навчання дисципліни «Редакційно-видавничі системи» майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. н.: 13.00.02. Харків, 2017. 20 с.

14. Бранський В.П. Философские основания проблемы синтеза релятивистских и квантовых принципов. Ленинград: изд-во Ленинград. ун-та, 1973. 176 с.

15. Брунер Дж. Психология познания. За пределами непосредственной информации. Москва: Прогресс, 1977. 418 с.

16. Брюханова Н.О. Компетентний фахівець – цільовий орієнтир сучасної професійної освіти. *Професійна освіта: методологія, теорія та технології*. 2015. Вип. 1. С. 16–25.

17. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические Основы: учеб. пособие для студ. пед. ин-тов по физ.-мат. спец. Москва: Просвещение, 1981. 288 с.

18. Величко С.П., Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики: навч. посібн. для студ. фіз.-мат. факул. пед. ВНЗ. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Ч. 1. 136 с.; Ч. 2. 28 с.

19. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків: навчальний посібник для студ. ф.-м. фак. пед. ВНЗ та учнів загальноосв. шк. / Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопрігора Н.В., **Трифенова О.М.** Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.

20. Викладання фізики з використанням вітчизняної електронної цифрової лабораторії, створеної на основі ІКТ / А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков, А.Т. Орлов, В.М. Співак, О.В. Богдан, М.І. Шут, Л.Ю. Благодаренко, М.О. Рокицький, В.П. Анненков, С.М. Гречко, А.С. Гавінський *Теорія та методика електронного навчання*. Кривий Ріг, 2013. Вип. IV. С. 69–79.

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

22. Вітвицька С.С. Технологія педагогічної підготовки магістрів в умовах ступеневої освіти. *Професійна педагогічна освіта: інноваційні технології та методики*: монографія; за ред. О.А. Дубасенюк. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. С. 133–153.

23. Власенко К.В., Сітак І.В., Чумак О.О. Освітній сайт як засіб формування інформатичної компетентності студента. *Вісник Черкаського університету. Серія: педагогічні науки*. 2018. № 16. С. 3–16.

24. Вовкотруб В.П. Теоретичні та методичні основи реалізації вимог ергономіки навчального фізичного експерименту: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2007. 482 с.
25. Войтович І.С. Теоретико-методичні засади професійно орієнтованого навчання технічних дисциплін майбутніх учителів інформатики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. / НПУ імені М.П. Драгоманова. Київ, 2013. 511 с.
26. Волкова Т.В. Чинники розвитку професійної освіти і навчання в умовах інформаційного суспільства. *Теорія і методика професійної освіти*. 2012. Вип. 2. URL: <http://tmpe.eor.by/images/docs/2/11voltis.pdf>. (дата звернення: 08.04.2018).
27. Воронин В.Т. Ресурсы и время : социально-философский контекст. Новосибирск : Изд-во Новосибирского ун-та, 2000. 122 с.
28. Выготский Л.С. Педагогическая психология; под ред. В.В. Давидова. Москва: Педагогика-Пресс, 1996. 536 с.
29. Гаврілова Л.Г., Топольник Я.В. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 5, т. 61. С. 1–14.
30. Гамезо М.В. Атлас по психологии: формы и методы курсу «Общая психология». Москва: Просвещение, 1986. 272 с.
31. Гендина Н.И., Колкова Н.И., Скипор И.Л. Информационная культура личности: диагностика, технология формирования: учеб.-метод. пособие: в 2-х ч. Кемерово: КемГАКИ, 1999. Ч. 1. 146 с.
32. Гіпотеза. *Філософський енциклопедичний словник* / ред. кол.: В.І. Шинкарук (голова редколегії) та ін. Київ : Абрис, 2002. 742 с.
33. Головань М.С. Інформатична компетентність як об'єкт педагогічного дослідження. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків, 2007. № 16. С. 314–324. URL: http://uabs.edu.ua/images/stories/docs/K_VM/Holovan_07.pdf (дата звернення: 01.09.2018).
34. Гончаренко С.У. Формування нелінійного (синергетичного) мислення учнів. *Професійно-технічна освіта*. 2012. № 2. С. 3–7.

35. Горбунова Л.Н., Семибратов А.М. Освоение информационных и коммуникационных технологий педагогами в контексте ориентации на профессионально личностное развитие. *Информатика и образование*. 2004. № 7. С. 91–96.

36. Готтинг В.В. Формирование информационно-технологической компетентности педагога профессионального обучения: автореф. дисс. на соиск. научн. степени канд. пед. н.: 13.00.08. Караганды, 2008. 31 с.

37. Гриб'юк О. Перспективи впровадження хмарних технологій в освіті. *Digital Library NAPS of Ukraine*. 2014. URL: http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B_Cору.pdf (дата звернення: 17.12.2017).

38. Гриценчук О.О. Розвиток інформаційно-комунікаційної компетентності вчителя у галузі середньої освіти Нідерландів: підходи, моделі, досвід. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. № 5, т. 49. С. 71–81.

39. Гуревич Р.С. Інформатизація освіти – важливий чинник розвитку суспільства ХХІ століття. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2016. Вип. 47, С. 5–10.

40. Гуржій А.М., Карташова Л.А., Лапінський В.В. Особливості навчального посібника з інформаційних технологій для майбутніх учителів гуманітарних предметів. *Проблеми сучасного підручника*. 2013. Вип. 13. С. 80–94.

41. Демида Є.Ф. Сервіси електронних каталогів як засіб розвитку інформаційної компетентності користувачів наукової бібліотеки. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 5, т. 55. С. 125–135.

42. Доловова Н.Н. Формирование коммуникативной компетентности студентов в педагогическом пространстве технического вуза: дисс. ... канд. пед. наук. 13.00.08 / Ульяновский гос. пед. ун-т им. И.Н. Ульянова. Ульяновск, 2003. 222 с.

43. Дорошенко Ю.О. Компетентність та профільне навчання за Захаренком. *Молодь і ринок*. 2012. № 5. С. 15–19.

44. Дробін А.А. Використання ресурсів смартфона в освітньому процесі

з фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2019. Вип. 177, ч. 1. С. 147–150.

45. Європейський досвід розвитку цифрової компетентності вчителя в контексті сучасних освітніх реформ / О. О. Гриценчук, І. В. Іванюк, О. Є. Кравчина, І. Д. Малицька, О. В. Овчарук, Н. В. Сороко. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. № 3, т. 65. С. 316–336.

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

47. Єчкало Ю.В. Методичні основи створення навчально-методичного комплексу нового типу з фізики для студентів вищих навчальних закладів. *Зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2014. Вип. 20: Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. С. 16–18.

48. Жалдак М.И. Система подготовки учителя к использованию информационной технологии в учебном процессе : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук: 13.00.02. Москва, 1989. 48 с.

49. Жук Ю.О. Вивчення фізики з використанням засобів інформаційно-комунікаційних технологій. *Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору*; за ред. В.Ю. Бикова. Київ, 2004. С. 16–22.

50. Загальна електротехніка з основами автоматики: навчальний посібник / Т.В.Левченко та ін. Київ: Аграрна освіта, 2010. 358 с.

51. Зеер Э.Ф. Концепция инженерно-педагогического образования: проэкт. Свердловск: Свердл. инж.-пед. ин-т, 1989. 27 с.

52. Зелінський С.С. Формування інформативної компетентності майбутніх інженерів в процесі професійної підготовки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / ДВНЗ «Криворізький національний університет». Кривий Ріг, 2016. 260 с.

53. Іваницький О.І. Теоретичні і методичні основи підготовки майбутнього

вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2005. 492 с.

54. Кабак В.В., Горбатюк Р.М. Підготовка майбутніх інженерів-педагогів до професійної діяльності засобами комп'ютерних технологій: монографія. Луцьк: ВМА «Терен», 2015. 264 с.

55. Кастельс М. Могущество самобытности. Социальные преобразования в обществе сетевых структур. *Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология*, 1999. С. 292–308.

56. Кедров Б.М. Единство диалектики, логики и теории познания. Москва: КомКнига, 2006. 296 с.

57. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Общий курс физики. Молекулярная физика. Изд. 2-е, перераб. Москва: Наука, 1976. 480 с.

58. Кислова М.А., Семеріков С.О., Словак К.І. Розвиток мобільного навчального середовища як проблема теорії і методики використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. Вип. 4, т. 42. С. 1–19. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/LTZN_2014_42_4_3 (дата звернення: 10.10.2018).

59. Коваленко О.Е. Методика професійного навчання: підручник. Харків: Видавництво НУА, 2005. 360 с.

60. Колин К.К. Стратегические приоритеты образования. *Открытое образование*. 2001. № 5. С. 6–12.

61. Коломієць А.М., Громов Є.В. Нетнографічний аналіз тематичного спектру педагогічних досліджень у виданнях з наукометричної бази SCOPUS. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 3, т. 59. С. 179–188.

62. Комп'ютерні технології в освіті: навч. посібн. / Жарких Ю.С., Лисоченко С.В., Сусь Б.Б., Третяк О.В. Київ: Вид.-полігр. центр «Київський університет», 2012. 239 с.

63. Коновал О.А. Теоретичні та методичні основи вивчення електродинаміки на засадах теорії відносності: монографія. Кр. Ріг: Вид. дім, 2009. 346 с.

64. Концепції науки. *Філософський енциклопедичний словник*; В.І. Шинкарук

(гол. редкол.). Київ: Абрис, 2002. 742 с.

65. Концепції освітньої діяльності за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Комп'ютерні технології)»: бакалавр та магістр; ЦДПУ ім. В. Винниченка. URL: <https://owncloud.kspu.kr.ua/index.php/s/m2Yz10DV6gpid1h> (дата звернення: 01.12.2019).

66. Концепція розвитку інженерно-педагогічної освіти (проект). Харків: УПА, 2004. 40 с.

67. Концепція розвитку педагогічної освіти: Наказ МОНУ від 16 липн. 2018 р. № 776. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-konceptsiyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti> (дата звернення: 31.01.2019).

68. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018 – 2020 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80/ed20180117#n23> (дата звернення: 27.01.2019).

69. Корець М.С. Теорія і практика технічної підготовки вчителів трудового навчання: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2006. 503 с.

70. Коршак Є.В., Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту: Практикум: навч. посібн. для пед. ін.-тів. Київ: Вища школа, 1981. 280 с.

71. Кремень В.Г. Освіта і наука в Україні – інноваційні аспекти. Стратегія. Реалізація. Результати. Київ: Грамота, 2005. 448 с.

72. Кремінський Б.Г. Методичні зауваги щодо зваженого використання цифрового вимірювального обладнання у процесі навчання фізики в школі. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна.* 2018. Вип. 24. Stem-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти С. 67–70.

73. Кубатко О.В. Еколого-економічна конвергенція регіонів як напрям забезпечення сталого розвитку. *Економіка та держава.* 2009. № 9. С. 45–48.

74. Кузьмінський А.І., Омеляненко В.Л. Педагогіка: підручник. Вид. 3-те

випр. Київ: Знання-Прес, 2008. 447 с.

75. Кулешова В.В. Особливості післядипломної інженерно-педагогічної освіти. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2012. № 37. С. 34–39.

76. Куписевич Ч. Основы общей дидактики. Москва: Высшая школа, 1986. 368 с.

77. Кух А.М., Кух О.М. Технічне забезпечення сучасного освітнього середовища: навч.-метод. посібн. Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, інф.-вид. відділ, 2005. 130 с.

78. Лаврентьева Г.П. Використання електронних ресурсів для проведення науково-дослідної та педагогічної діяльності у навчальних закладах. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2008. № 2 (6). URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/129> (дата звернення: 23.09.2015).

79. Лазарев М.І., Алілуйко С.М. Модель засобів навчання основ теорії технічних систем майбутніх інженерів-педагогів. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2013. № 38–39. С. 272–281.

80. Лебедева М.Б., Шилова О.Н. Что такое ИК-компетентность студентов педагогического университета и как ее формировать. *Информатика и образование*. 2004. № 3. С. 95–99.

81. Лещенко М. Зарубіжні педагогічні підходи до наукових досліджень інтернет-мереж. *Педагогічна компаративістика – 2015: трансформації в освіті зарубіжжя та український контекст: матер. Всеукр. наук.-практ. сем.* Київ, 2015. С. 253–257.

82. Литвинова С.Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2016. 354 с.

83. Ляшенко О. І. Взаємозв'язок теоретичного та емпіричного у навчанні фізики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 – професійна підготовка; 13.00.02 – методика навчання фізики / Ляшенко Олександр Іванович. К., 1996. 442 с.

84. Мадзігон В.М. Продуктивна педагогіка: монографія. Київ: Вересень, 2004. 324 с.

85. Малицька І.Д. Високий рівень ІК-компетентності вчителя – запорука цифрової грамотності учнів (досвід Великої Британії). *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 6, т. 56. С. 164–175.

86. Маркова А.К. Акме в професіональному розвитку человека. *Акмеология* : учебник. Изд. 2-е, перераб. / под общ. ред. А.А. Деркача. Москва: Изд-во РАГС, 2006. С. 294–305.

87. Маркова О., Семеріков С., Стрюк А. Хмарні технології навчання: витоки. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. Вип. 2, т. 46. С. 29–44. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_46_2_6 (дата звернення: 17.12.2017).

88. Мартинюк О.О. STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів. *Зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 18–22.

89. Мартинюк О.С. Особливості підготовки фахівців у галузі освітньої робототехніки. *Зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2013. Вип. 19. С. 168–170.

90. Мендерецький В.В. Методична система експериментальної підготовки майбутніх вчителів фізики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2007. 488 с.

91. Методика викладання технічних дисциплін: короткий конспект лекцій / укл. В.В. Дуб. Харків, 2011. 110 с.

92. Методика і техніка експерименту з оптики: посібн. для студ. фіз. спец. пед. ВНЗ та вчителів фізики / Садовий М.І., Сергієнко В.П., **Трифорова О.М.**, Сліпухіна І.А., Войтович І.С. Луцьк: Волиньполіграф, 2011. 292 с.

93. Мидоро В. Руководство по адаптации рамочных рекомендаций ЮНЕСКО по структуре ИКТ-компетентности учителей (методологический подход к локализации UNESCO ICT-CFT). Москва: ИИЦ «Статистика России», 2013. 72 с.

94. Моделювання й інтеграція сервісів хмаро орієнтованого навчального

середовища: монографія / Копняк Н., Корицька Г., Литвинова С., Носенко Ю., Пойда С., Седой В., Сіпачова О., Сокол І., Спирін О., Стромило І., Шишкіна М.; за ред. С.Г. Литвинової. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 163 с.

95. Морзе Н. Педагогічні аспекти використання хмарних обчислень. *Інформаційні технології в освіті*. 2011. Вип. 9. С. 20–29.

96. Морзе Н.В., Кочарян А.Б. Модель стандарту ІКТ-компетентності викладачів університету в контексті підвищення якості освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. Вип. 5, т. 43. С. 27–39.

97. Насырова Н.Х. Проектирование подготовки студентов гуманитарных факультетов классического университета по информатике: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. пед. наук: 13.00.08. Казань, 2000. 17 с.

98. Оконь В. Введение в общую дидактику. Москва: Высш. шк., 1990. 381 с.

99. Оцінювання інформаційно-комунікаційної компетентності учнів та педагогів в умовах євроінтеграційних процесів в освіті : посібник / Биков В.Ю., Овчарук О.В., та ін. Київ: Педагогічна думка, 2017. 160 с.

100. Пастирська І.Я. Досвід інтеграції змісту дисциплін природничого циклу (кінець ХХ – початок ХХІ століття). *Зб. наук. пр. Уманського держ. пед. ун-ту*. 2011. Ч. 2. С. 240–247.

101. Педагогика / Бабанский Ю.К., Сластенин В.А., Сорокин Н.А. и др.; под ред. Ю.К. Бабанского. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва: Просвещение, 1988. 478 с.

102. Подласый И.П. Педагогика: Новый курс: учеб. для студ. высш. учеб. заведений в 2 кн. Москва: Владос, 2004. Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. 2004. 574 с.

103. Подопригора Н.В., Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Фізика твердого тіла: навч. пос. для студ. фіз. спец. пед. ун-тів. Вид. 2-ге. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2014. 413 с.

104. Подопригора Н.В., **Трифенова О.М.**, Садовий М.І. Математичні методи фізики: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. 300 с.

105. Положення про електронні освітні ресурси / Наказ МОНУ від 01.10.2012 № 1060. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12> (дата звернення: 08.09.2019).

106. Прищепа А.М., Брежицька О.А. Оцінка антропогенного навантаження на атмосферне повітря в контексті сталого розвитку. *Вісник КДПУ*. 2007. Вип. 1 (42). С. 22–27.

107. Про Національну доктрину розвитку освіти: Указ Президента України від 17 квіт. 2002 р. № 347/2002. URL: <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/347/2002> (дата звернення: 01.02.2019).

108. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року: Указ Президента України від 25 черв. 2013 р. № 344/2013. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 01.02.2019).

109. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України: Закон України від 05 жовт. 2017 р. № 2163-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19> (дата звернення: 08.02.2019).

110. Про особливості запровадження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачув вищої освіти затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 № 266: наказ МОНУ від 06 листоп. 2015 р. № 1151. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1460-15> (дата звернення: 08.09.2019).

111. Програма GRAN1. URL: <http://www.zhaldak.npu.edu.ua/index.php/prohramnyi-zasib-gran/1-gran1> (дата звернення 08.09.2019).

112. Професійна рамка цифрового навчання (Digital Teaching Professional Framework). URL: <https://www.et-foundation.co.uk/supporting/supportpractitioners/edtech-support/digital-skills-competency-framework/> (дата звернення: 05.08.2019).

113. Прохорова С.М. Поняття цифрової компетентності вчителя іноземної мови у світовому освітньому просторі. *Вісник Житомирського держ. ун-ту імені Івана Франка. Педагогічні науки*. 2015. Вип. 4. С. 113–116. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VZhDUP_2015_4_24 (дата звернення: 05.08.2019).

114. Ракута В.М. Використання ІКТ при вивченні математики: навч. посібн. Чернігів: ЧОІППО, 2008. Ч. 1. Практикум. 46 с.
115. Рамський Ю.С. Методична система формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ імені М.П. Драгоманова. Київ, 2013. 560 с.
116. Романов А.А. Вербальный конфликт в диалогической игре. *Мир лингвистики и коммуникации (Тверская гос. сельскохозяйственная академия)*. Тверь, 2006. № 5, т.1. С. 7–20.
117. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии. Изд. 2-е; отв. ред. Е.В. Шорохова. Москва: Педагогика, 1976. 416 с.
118. Савченко О.Я. Ключові компетентності – інноваційний результат шкільної освіти. *Рідна школа*. 2011. № 8-9 (серпень – вересень). С. 4–11.
119. Садовий М.І. (Sadovyi Mykola). Digitization of the experiment in natural sciences as a means of information and digital competence formation of specialists in professional education. *Modern Technologies in the Education System: monograph*. Katowice: Katowice School of Technology, 2019. P. 203–210.
120. Садовий М.І. Методика використання мікроскопів у дослідженні властивостей сучасних конструкційних матеріалів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти (КДПУ ім. В. Винниченка)*. Кіровоград, 2016. Ч. 1. С. 240–248.
121. Садовий М.І. Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників засобами сучасних експериментальних комплектів з фізики. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології (СумДПУ імені А.С. Макаренка)*. Суми, 2015. № 7 (51). С. 268–279.
122. Садовий М.І. Модельовання хмарних послуг як практичне втілення STEM-освіти. *STEM-освіта – проблеми та перспективи*: зб. матер. III Міжнар. наук.-практ. сем., 24-25 жовт. 2018 р., Кропивницький: ЛА НАУ, 2018. С. 71–73.
123. Садовий М.І. Теоретичні і методичні основи становлення і розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім.

М.П. Драгоманова. Київ, 2001. 517 с.

124. Садовий М.І., Суховірська Л.П., **Трифенова 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. 2018. Vol. 2. С. 58–62.

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

126. Садовий М.І., **Трифенова 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.

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

128. Садовий М.І., **Трифенова 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. Міжнародн. наук.-практ. конф., 16 верес. 2016 р., Ужгород, 2016. С. 176–178.

129. Садовий М.І., **Трифенова 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: «Науковотодичні засади управління якістю освіти у вищих навчальних закладах». С. 428–434.

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

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

132. Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Теорія самоорганізації та синергетики у

навчанні студентів педагогічних ВНЗ: посібник. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. 184 с.

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

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

135. Садовий М.І., Хомутенко М.В., **Трифонова О.М.** Застосування ІКТ для дослідження систем з найменшою енергією. *Зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2013. Вип. 19: Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. С. 234–237.

136. Садовий Н.И., **Трифонова Е.М.** Классно-урочная система обучения и альтернативное образование. *Komunikacja w edukacji (Poland)*. Siedlce: S^TN, 2015. Т. 3. Jezyg w komunikacja. С. 295–303.

137. Сажко Г.І., Шеховцова В.І. Формування фандрайзингових умінь у майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю. *Науковий журнал: Молодий вчений*. Херсон, 2014. № 9, ч. 2. С. 66–70.

138. Сакунова Г.В., Мороз І.О. Формування інформаційно-цифрової компетентності учнів через призму STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 1 (15). С. 285–289.

139. Сербін О.О. Систематизація цифрових ресурсів в контексті формування електронного каталогу. *Адаптація завдань і функцій наукової бібліотеки до вимог розвитку цифрових інформаційних ресурсів*: матер. Міжнар. наук. конф., 08 жовт. 2013 р., Київ. URL: <http://conference.nbuu.gov.ua/report/view/id/134> (дата звернення: 08.02.2019).

140. Сидоренко В.К., Білевич С.В. Фундаменталізація професійної

підготовки як один з пріоритетних напрямів розвитку вищої освіти в Україні. *Вища освіта України*. 2004. № 3. С. 35–41.

141. Сіпій В.В. Формування в учнів основної школи політехнічного складника предметної компетентності з фізики: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / ЦДПУ ім. В. Винниченка, Кропивницький, 2018. 330 с.

142. Скибицкий Э.Г. Дидактическое обеспечение процесса ДО. *Дистанционное образование*. 2000. № 1. С. 21–24.

143. Сліпчишин Л.В. Реалізація неперервної технологічної освіти в професійно-технічних навчальних закладах. *Вісник Дніпропетровського ун-ту імені Альфреда Нобеля. Серія: Педагогіка і психологія*. 2016. № 1. С. 337–343.

144. Слюсаренко В.В. Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. / КДПУ ім. В. Винниченка. Кіровоград, 2016. 272 с.

145. Слюсаренко В.В., Садовий М.І., **Трифенова 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.

146. Соменко Д.В. Використання апаратно-обчислювальної платформи Arduino в навчальному процесі з фізики: посіб. для студ. фіз.-мат. фак-тів пед. унів-тів. Кіровоград : ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 88 с.

147. Сороко Н., Шиненко М. Використання хмарних технологій для професійного розвитку вчителів (закордонний досвід). *Інформаційні технології в освіті*. 2012. № 12. С. 206–214.

148. Сороко Н.В. Проблема створення STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2018. Вип. 173, ч. II. С. 187–195.

149. Спірін О.М. Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей

вчителя інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2009. № 5 (13). URL: <http://www.ime.edu-ua.net/em.html> (дата звернення: 01.09.2018).

150. Сумський В.І. Методика і теорія застосування ЕОМ у процесі вивчення фізики у педагогічних закладах: монографія. Вінниця: ВДПУ, 2003. 380 с.

151. Суховірська Л.П. Методика навчання фізики на основі ресурсного підходу: навч.-метод. посібник для загальноосвіт. навч. закладів; за ред. Садового М.І. Кропивницький: ПП «ЦОП «Авангард», 2017. 102 с.

152. Тарасенко Р.О. Теоретичні і методичні засади формування інформаційної компетентності майбутніх перекладачів для аграрної галузі у вищих навчальних закладах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.04, 13.00.10. Київ, 2017. 40 с.

153. Тарасюк А.П., Кравцов М.К. Модульная система организации учебного процесса. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2013. № 38–39. С. 171–177.

154. Триус Ю.В., Герасименко І.В., Франчук В.М. Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE: метод. пос.; за ред. Ю.В. Триуса. Черкаси: ФОП Чабаненко Ю.А., 2012. 220 с.

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

156. 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.

157. 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 квітня 2019 р. м. Черкаси, 2019. С. 188–190.

158. Трифонова О.М. Інтеграційні процеси освіти, науки, техніки та техно-

логій у підготовці фахівців комп'ютерної галузі. *Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі*: зб. матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 13-15 вересня 2018 р. Херсон: Вид-во ХДУ, 2018. С. 126–127.

159. 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.

160. 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.

161. 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. URL: <http://pedagogy.bdpu.org/category/2019/> (дата звернення: 23.10.2019).

162. 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.

163. Трифонова О.М. Концепція розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Український педагогічний журнал*. 2019. № 2. С. 45–52. URL: <http://uej.undip.org.ua/products/2019/article1.php> (дата звернення: 10.08.2019).

164. 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 жовтня 2016 р., м. Кропивницький (Кіровоград), 2016. С. 99–102.

165. Трифонова О.М. Методична система розвитку інформаційно-цифрової

компетентності магістрів комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (ЦДПУ ім. В. Винниченка)*. Кропивницький, 2020. Вип. 185. С. 174–179.

166. 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.

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

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

169. 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.

170. 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*: матеріали 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.

171. 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.

172. 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.

173. 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.

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

175. 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., м. Кропивницький.* Харків: Мачулін, 2019. С. 44–45.

176. 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.

177. 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.

178. 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 School of Technology, Katowice, Poland.* P. 22.

179. 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.

180. 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.

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

182. Трифонова О.М., Садовий М.І. Наукова картина світу XXI століття: інтегративність природничих і технічних наук: навч. посіб. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2019. 332 с.

183. Трифонова О.М., Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 120 с.

184. Тхоржевський Д.О. Дидактичні основи системи технічних задач. *Радянська школа.* 1975. № 7. С. 7–15.

185. Усеїнова Л.Ю., Эмирова С. Теоретические основы проектирования организации учебно-исследовательской лаборатории ВУЗа. *Современные инженерные и инженерно-педагогические технологии.* Симферополь: НИЦ КИПУ, 2014. № 5. С. 107–113.

186. Фатеев О. Лабиринты PaaS. Платформы облачной разработки. URL: <http://www.iksmedia.ru/articles/5291675-Labirinty-PaaS-Platformy-oblachnoj.html#ixzz4zNPbNwC4> (дата звернення: 17.12.2017).

187. Философский словарь / сост. И.В. Андрущенко, О.А. Вусатюк, С.В. Линецкий, А.В. Шуба. Киев: А.С.К., 2006. 1056 с.

188. 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.

189. 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.

190. Фіцула М.М. Педагогіка: навч. посіб. для студ. вищ. пед. закл. осв. Київ: Академія, 2001. 528 с.

191. 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. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/2/1/3/3213611/ped_psy_ii16_issue_33.pdf (дата звернення: 10.10.2018).

192. Формування інформаційно-комунікаційних компетентностей у контексті євроінтеграційних процесів створення інформаційного освітнього простору: посібник / О.В. Білоус, О.О. Гриценчук, І.В. Іванюк, О.Є. Кравчина, М.П. Лещенко, І.Д. Малицька, Н.В. Морзе, О.В. Овчарук, Д.Б. Рождественська, Н.В. Сороко, Л.І. Тимчук, В.А. Ткаченко, М.А. Шиненко, А.В. Яцишин ; за заг. ред. Бикова В.Ю., Овчарук О.В.; Київ: Атіка, 2014. 212 с.

193. Формування цифрової компетентності майбутніх учителів математики: констатувальний етап / Романовський О.Г., Гриньова В.М., Жерновникова О.А., Штефан Л.А., Фазан В.В. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Т. 65, № 3. С. 184–200.

194. Фурман О.А., Костюченко А.М. Формування інформаційно-комунікаційної компетентності засобами ІКТ у професійній підготовці вчителів-предметників. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди»*. Педагогіка. Психологія. Філософія. 2013. Вип. 28(1). С. 298–303. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gvpdpu_2013_28_1_58 (дата звернення: 01.02.2019).

195. Хатько А.В. Формування інформативної компетентності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. н.: 13.00.04. Бердянськ, 2012. 20 с.

196. Хомутенко М.В. Методика навчання атомної і ядерної фізики старшокласників у хмаро орієнтованому навчальному середовищі : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / ЦДПУ ім. В. Винниченка. Кропивницький, 2018. 397 с.

197. Хомутенко М.В., Садовий М.І., **Трифенова 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> (дата звернення: 01.02.2019).

198. Хомутенко М.В., Садовой Н.И., **Трифенова 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, 2016. С. 71–75.

199. Царенко О.М. Матеріалознавство й технологія конструкційних: навч. посібн. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2001. 208 с.

200. Цифрова компетентність сучасного вчителя нової української школи: зб. тез доп. всеукр. наук.-практ. семінару, 28 лютого 2018 р., Київ / за заг. ред. О.Е. Коневщинської, О.В. Овчарук. Київ: Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, 2018. 61 с.

201. Цифрова лабораторія хімії, фізики та біології. Інститут новітніх технологій в освіті. URL: <https://into-cs.prom.ua/p667292207-tsifrova-laboratoriya-himiyifiziki.html> (дата звернення 08.09.2019).

202. Чинков В.М. Основи метрології та вимірювальної техніки: підручник. Х.: ХУПС, 2007. Ч. 2. 86 с.

203. Шишкіна М.П. Використання перспективних інформаційно-технологічних платформ е-навчання в інженерній освіті. *Зб. наук. пр. Уманського держ. пед. ун-ту імені Павла Тичини*. Умань, 2011. Ч. 3. С. 319–326.

204. Штофф В.А. Моделирование и философия. Москва-Ленинград: Наука, 1966. 302 с.

205. Экспериментальная психология: сб. ст. / ред.-сост. П. Фресса,

Ж. Пиаже; пер. с франц.; общ. ред. А.Н. Леонтьева. Москва: Прогресс, 1966. Вып. 1. 429 с.

206. Ягупов В.В. Педагогіка: навч. посіб. Київ: Либідь, 2002. 560 с.

207. Яковлев Е.В., Яковлева Н.О. Педагогическая концепция: методологические аспекты построения. Москва: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2006. 239 с.

208. Яценко В., Головань М. Хмарні SaaS-сервіси в самостійній роботі з інформатики студентів економічних спеціальностей. URL: <http://dspace.uabs.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12570/1/> (дата звернення: 17.12.2017).

209. Ящук С.М. Професійна підготовка викладача загально-технічних дисциплін: теоретичний аспект: навч. посібн. Умань: ФОП Жовтий О.О., 2015. 133 с.

210. Ящун Т.В., Громов Є.В., Сажко Г.І. Формування віртуального інформаційно-освітнього середовища на базі хмарних технологій: стан проблеми. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти (УІПА)*. Харків, 2015. Вип. 47. С. 110–116.

211. 2.0:Digital Competence Framework for Citizens. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/digcomp-20-digital-competence-framework-citizens-update-phase-1-conceptual-reference-model> (дата звернення: 05.08.2019).

212. Ala-Mutka K. «Mapping Digital Competence: Towards a Conceptual Understanding. Luxemburg: IPTS-JRC», 2011. URL: <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=4699> (дата звернення: 05.08.2019).

213. Brown A., Davis N. World Yearbook of Education 2004: Digital Technologies, Communities and Education. London: Routledge, 2004. P. 89.

214. Carretero Gomez Stephanie, vuorikari Riina, Punie Yves. «DigComp 2.1: The Digital Competence». *Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of uses*. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/digcomp-21-digital-competence-framework-citizens-eight-proficiency-levels-and-examples-use> (дата звернення: 20.05.2018).

215. Chao Lee, Handbook of Research on Cloud-Based STEM Education for

Improved Learning Outcomes. URL : <http://www.igiglobal.com/book/handbook-research-cloud-based-stem/140984#table-of-contents> (дата звернення: 01.02.2019).

216. CLAVIRE: перспективная этнология облачных вычислений второго поколения / А.В. Бухачовский, В.Н. Васильев, В.Н. Виноградов, Д.Ю. Смирнов, С.А. Сухоруков, и Т.Г. Яппаров. *Известия вузов. Приборостроение*, 2011. № 11. С. 7–13.

217. DigComp. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework> (дата звернення: 07.01.2019).

218. Digital Literacy: 21st Century Competences for Our Age. The Building Blocks of Digital Literacy. From Enhancement to Transformation. *Department of eLearning*. April 2015. 18 с. URL: <https://education.gov.mt/en/elearning/Documents/Green%20Paper%20Digital%20Literacy%20v6.pdf> (дата звернення: 20.01.2019).

219. Ferrari A. Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks. – European Commission Joint Research Center. Institute of Prospective Technologies Studies.: European Union, 2012. 92 p.

220. Goodson with Anstead C. J. and Mangan J. M. Subject Knowledge: Readings for the Study of School Subjects. London: Falmer Press, 1998. P. 120.

221. Google Books Ngram Viewer. *Google*. – 2013. URL: <https://books.google.com/ngrams> (дата звернення: 17.12.2017).

222. Higher Education in the Twenty-first Century: vision and Action. Summary of the working document. UNESCO. Paris, 5-9 October, 1998.

223. Jürgen Alex. Konrad Zuse: der Vater des Computers / Alex J., Flessner H., Mons W. u. a.; Parzeller, 2000. 263 s.

224. Karlsson M. Surfing the wave of national initiatives – Sweden and international policy diffusion. *Information infrastructure and policy*. 1996. № 5 (3). P. 191–205.

225. KNAW. *Digitale geletterdheid in het funderend onderwijs - vaardigheden en attitudes voor de 21ste eeuw*. (Цифрова грамотність у базовій освіті – навички та ставлення до XXI ст.) Amsterdam. 2012. URL: <file:///D:/%D0%9C%D0%BE%>

D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/Downloads/20121027.pdf (дата звернення: 07.01.2019).

226. Liu Jiayi, Cloud computing modernizes education in China. URL : <http://www.zdnet.com/cn/cloud-computing-modernizes-education-in-china-7000015196/> (дата звернення: 01.02.2019).

227. L-микро: учебное оборудование. URL: <http://l-microrus.ru/catalog/359/> (дата звернення 08.09.2019).

228. Martin A., Grudziecki J. Concepts and Tools for Digital Literacy Development. *Innovations in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*. 2006. vol. 5, no. 4. pp. 246–264.

229. Maxwell. Phil. Mag., 1860, 19, 22–23; Papers, I. 380–381.

230. Plany wzorcowe. *Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych [Site]*. URL: <http://www.elka.pw.edu.pl/pol/Studia/Kalendarz-ustalenia-plan-zajec/Planzajec/Plany-wzorcowe> (дата звернення: 07.09.2019).

231. Politechnika Warszawska. URL: <http://www.pw.edu.pl/> (дата звернення: 07.09.2019).

232. Reference Points for the Design and Delivery of Degree Programmes in Physics. *Tuning Educational Structures in Europe [təʊt]*. URL: http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/Publications/PHYSICS_FOR_WEBSITE.pdf (дата звернення: 07.09.2019).

233. Scott. The Futures of Learning 3: What kind of pedagogies for the 21st century? *UNESCO Education Research and Foresight*. Paris. ERF Working Papers Series, no. 15. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002431/243126e.pdf> (дата звернення: 20.05.2018).

234. Silky B., Sawtantar S., Kumar A. Use of Cloud Computing in Academic Institutions. *IJCST*. Jan. – March 2012. Vol. 3, Issue 1. P. 427–429.

235. Technische Universität München. URL: <http://www.ei.tum.de/> (дата звернення: 07.09.2019).

236. Thijs A., Fisser P., Hoeven M. van der (2014). *Digitale geletterdheid en 21e eeuwse vaardigheden in het funderend onderwijs*. (Цифрова грамотність і

навички 21-го століття в базовій освіті.) SLO, Enschede. 2014. URL: <http://www.slo.nl/downloads/documenten/digitale-geletterdheid-en-21e-eeuwse-vaardigheden.pdf>. (дата звернення: 19.01.2019).

237. Thijs A., Fisser P., Hoeven M. van der. *21e eeuwse vaardigheden in het curriculum van het funderend onderwijs*. (Навички 21-го століття в навчальній програмі базової освіти) SLO, Enschede. 2014. URL: <http://downloads.slo.nl/Repository/21e-eeuwse-vaardigheden-in-het-curriculum-van-het-funderend-onderwijs.pdf> (дата звернення: 19.01.2019).

238. **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: Katowice School of Technology, 2019. P. 360–368.

239. **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.

240. Vuorikari R., Punie Y., Carretero Gomez S., Vanden Brande G. DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union. 2016. EUR 27948 EN. doi:10.2791/11517/- 44 p.

241. Vzdělávací centra. Microsoft® Partneři ve vzdělávání. URL : <http://icstic.cz/> (дата звернення: 01.02.2019).

РОЗДІЛ 5

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ І ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

5.1. Експериментальне підтвердження необхідності цифрової трансформації навчання фізики і технічних дисциплін у ЗВО як виклик часу

Згідно поставлених у дослідженні завдань розроблено модель засад формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ, інтегративний підхід формування змісту ФТД у підготовці фахівців ЦТ, систему сучасного НФЕ для навчання ФТД з метою розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ на базі мікроелектроніки, ІКТ та ІЦТ навчання, сформовано теоретико-методологічні основи прогностично-адаптивного моделювання триєдиного підходу «освіта – наука – технології», модель методичної інтегративної системи розвитку ступеневої ІЦК, педагогічні умови функціонування методичної системи розвитку ІЦК у навчанні ФТД студентів спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)», розроблено ПМК побудований на принципах цифровізації та ін. З метою визначення ефективності окреслених теоретико-методичних і практичних результатів була здійснена експертна оцінка та педагогічний експеримент. Завдання педагогічного дослідження полягає у з'ясуванні внутрішніх суперечностей освітнього процесу формування компетентного фахівця ЦТ та визначенні психолого-педагогічних умов із виявлення ефективних шляхів і засобів їх подолання.

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. Лаврентьєвою, 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 окреслили 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 ЦТ, точніше враховувати дієвість розроблених і внесених педагогічних нововведень, що впливають із дослідження. Він включає умови, цілі, місце в цілісному процесі дослідження, що впливають зі спеціально організованого експериментального наукового пошуку впливів, які включають свідомі та цілеспрямовані дії учасників експерименту в процесі спеціально організованого навчання і виховання [10; 23; 28]. До таких пошуків віднесено аналіз продуктів діяльності суб'єктів навчання, анкетування, комп'ютерні тести, інтерв'ювання, спостереження, співбесіди, творчі завдання, які дають змогу накопичити специфічну фактичну базу результатів і здійснити перехід від традиційних педагогічних впливів до більш глибокого пізнання сутності освітніх явищ і вироблення практичних рекомендацій [12; 13; 14; 19; 21; 22; 34; 35].

Для з'ясування ефективності нововведень нами розроблена методика постійного моніторингу та безпосереднього аналізу ефективності організаційних і змістових інновацій, вагомість експертної оцінки ефективності методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у ході навчання ФТД [30].

Педагогічний експеримент охоплений трьома часовими етапами констатувальний, пошуковий та експериментальний.

Перший етап (2012–2014 рр.) – констатувальний експеримент спрямований на встановлення реального стану та рівня компетентності суб'єктів навчання на початку експерименту. Під час його проведення досліджено стан упровадження у ЗВО принципів цифровізації,

проаналізовано результати освітньої діяльності майбутніх фахівців ЦТ з ФТД, вивчено педагогічний досвід із теми дисертації, визначено необхідність дослідження проблеми, виявлено первинний рівень сформованості ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ (додаток В.1, додаток В.2). Його мета полягала у виявленні (якісного та кількісного) рівня сформованості показників процесуально-мотиваційного, когнітивно-діяльнісного, емоційно-оціночного, інноваційно-рефлексивного компонентів ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у ході навчання ФТД за традиційною методикою навчання студентів.

Формування *процесуально-мотиваційного компонента* розвитку ІЦК ми виконували на основі холістично-аналітичного підходу в теорії мотивації окресленого А. Маслоу, мотиваційної теорії експектацій В. Врума, методики вивчення мотивів навчальної діяльності студентів Н. Ц. Бадмаєвої [1] з урахуванням модифікації В. Леонтьєва. Для визначення рівневих показників ми виходили з наступних мотиваторів: престижу спеціальності ЦТ; соціального самоствердження [5; 15] (успіху); особистісного розвитку під час навчання інноваційних технологій цифровізації; процесуально-змістового (фізика, робототехніка, мехатроніка, програмування); комунікацій. Процесуально-мотиваційний компонент ми розглядаємо як один із важливих конструктів моніторингу рівнів розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. Він має ієрархічну структуру за рівнями усвідомлення показників. Ми враховували, що процесуально-пізнавальні мотиви внутрішньо властиві як у навчальній, так і професійній діяльності. Результати оброблялись методами якісної описової статистики та методами статистичної обробки із застосуванням критерію Стюдента та електронних таблиць Microsoft Excel за результатами дослідження та візуалізації й аналізу одержаних даних.

Когнітивно-діяльнісний компонент передбачає створення методики розвитку ІЦК засобами освоєння системою ЗУН, цінностей, практичності, як орієнтовної основи розумової діяльності. Критерієм підбору показників когнітивного (знанєвого) компонента виступає категорія обізнаності (достатність знань), як рівень компетентності у знанєвій підготовці

майбутнього фахівця ЦТ та активної практичної підготовки. Мірою компетентності вказаного компонента ми розглядаємо критерій умілості (володіє умінням, має добрі навички до предмета) в теоретичному, логічному, образному раціональному та практичному застосуванні набутого знанєвого досвіду, результат діяльності суб'єктів навчання спрямовано на суб'єкт-об'єктну взаємодію, вплив на зовнішнє середовище і кількісно оцінюється коефіцієнтом засвоєння відповідних показників.

Емоційно-оціночний компонент ми формували з урахуванням, що він має ієрархічний характер із наступними рівнями: структурним, функціональним, організаційним.

Структурна складова, що відображає психічний напрям виражається через переживання, незадоволення, задоволення від освітньої діяльності; функціональна – через співвідношення негативно-позитивного впливу застосування новітніх технологій у навчанні, змін у стійкості, стабільності навчальної діяльності; організаційна – проявляється через оцінки рефлексії як задоволення від ефекту навчання; інноваційно-інтелектуальна – передбачає поступове підвищення наукового й технічного рівня освіти за диференціальними показниками. На цьому етапі ефективним є метод спостереження за діяльністю суб'єктів навчання, особливо при виконанні практичних і лабораторних робіт з наборами Lego-2 (додаток Д.8) та Arduino, де здійснювалося цілеспрямоване дослідження впливу на розвиток компетентності в ході навчально-дослідної діяльності студентів із дотриманням рекомендацій А. А. Киверялг [10; 23, с. 115].

Інноваційно-рефлексивний компонент включає показники, що передбачають пошук нових ідей; формування, реалізацію, закріплення нововведень; комплекс знань, умінь і здібностей майбутніх фахівців ЦТ із забезпечення якості й результативності освітньої діяльності.

Прояв активізації розумової діяльності, розвиток мислення та творчості студентів характеризувалися окресленими нами *рівнями*: репродуктивний – початковий, проблемний – середній, пошуковий – достатній, дослідницький

– високий. На початковому рівні домінуючими є ситуативні мотиви вимушеності; середньому рівню властиві мотиви обов'язку, усвідомлення суспільної й особистої значущості ІЦТ; за середнього рівня вагомим є особистий інтерес до вивчення досягнень у галузі цифровізації освіти й виробництва; високий рівень досягається тоді, коли суб'єктами навчання усвідомлена внутрішня потреба стати конкурентноздатним фахівцем.

Проведений аналіз навчальних планів, освітніх і робочих програм з ФТД, робототехніки, мехатроніки, синергетики в освіті, СНКС [2; 3; 12 – 14; 17 – 22; 26 – 35] 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 (табл. 5.1, додаток В). Кількісний розподіл показників за компонентами показано в таблиці 5.1. Загальна кількість показників визначалася добутком загальної їх кількості за відповідним компонентом на кількість студентів охоплених експериментом. Вичлененні показники знань стали підставою для підготовки анкет, методики організації спостережень, комп'ютерних тестів, контрольних робіт, запитань для співбесід та ін. Технологія розв'язку задач, тестів, анкет та ін. передбачала поелементний аналіз ЗУН, цінностей і практичності суб'єктів навчання, включала до 15 показників елементів знань та зв'язків між ними. До констатувального експерименту було залучено 378 студентів (майбутніх фахівців ІЦТ), 18 викладачів ЗВО.

Таблиця 5.1

Кількісний склад показників компонентів

Показники	Рівні				Заг. к-ть	Всього показників
	Початковий	Середній	Достатній	Високий		
Процесуально-мотиваційний	10	10	14	7	41	15498
Когнітивно-діяльнісний	13	10	9	7	39	14742
Емоційно-оціночний	12	10	9	7	38	14364
Інноваційно-рефлексивний	12	9	9	9	39	14742
Разом	47	39	41	30	157	59346

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 (додаток В). Якість засвоєння змісту й усвідомлення сутності кожного показника оцінювалася кількісно коефіцієнтом K_3 , який обраховувався відношенням кількісних результатів (кількості проаналізованих та усвідомлених студентом показників) навчання n до результатів, що відповідають цілям дослідження (їхньої загальної кількості) N відповідно до кожного компонента $K_3 = \frac{n}{N}$, (додаток В.3, додаток В.4). Поелементний аналіз показників та їхньої структури дозволив з'ясувати часові досягнення студентів і планувати подальшу експериментальну роботу й коригування.

Моніторинг являє собою сукупність спеціально організованих у просторі та часі спостережень процесуально-мотиваційного, когнітивно-діяльнісного, емоційно-оціночного, інноваційно-рефлексивного компонентів за 157 ключовими показниками з метою їх оперативної діагностики (табл. 5.1). Статистичні розрахунки констатувального експерименту здійснювалися за методикою П. М. Воловика та М. І. Грабарь і К. О. Краснянської [4; 7; 16] з використанням *критерія Стьюдента*. В дослідженні допускалася похибка в обрахунках у 5 %. Тоді за законом достатньо великих чисел [4; 7] об'єм виборки визначається за формулою $n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2}$, де n – об'єм вибірки, t – коефіцієнт Стьюдента, p – ймовірність правильних відповідей, q – ймовірність неправильних відповідей, ε – гранична помилка (в нашому випадку $\varepsilon = 0,05$). За обраної похибки ймовірність результату дослідження кожного компонента й експерименту загалом складає $P_t = 0,95$. Цій ймовірності за таблицями великих чисел відповідає коефіцієнт Стьюдента $t = 1,96$ [4; 7]. З аналізу приведеної формули випливає, що за заданих ε і t найбільше значення n буде тоді, коли $p = q = 0,5$. Це відповідає 384 студентам. Такої ж думки дотримується і відома вчена С. О. Сисоєва [23, с. 20].

Діагностику ЗУН, цінностей та застосування у практичній діяльності студентів, що брали участь у констатувальному експерименті проведено для одержання бази даних, яка покладена в основу розроблення інноваційного способу досягнення кращого рівня підготовки студентів до реалізації принципів цифровізації у навчанні ФТД. У ході безперервного проведення спостережень і контролю діагностики з'ясувався стан і тенденції змін у якості ЗУН, оцінці знань, виявлення цифрової грамотності, прогнозування їх розвитку [26; 27; 31; 33].

У ході констатувального експерименту відібрано діагностичний інструментарій, визначено випадковими репрезентативними вибірками генеральної сукупності контрольну (КГ) й експериментальну групи (ЕГ). Під час проведення констатувального експерименту використовувались наступні методи дослідницької роботи:

- розроблялися контрольні роботи, комп'ютерно-орієнтовані тести та апробовувалися з метою їх корегування;
- проводилися педагогічні спостереження за окресленою нами методикою у формі акту спостереження;
- проводилися бесіди зі студентами, викладачами на предмет виявлення форм і способів виявлення цифрової грамотності;
- здійснювалися анкетування студентів: бакалаврів та магістрів;
- розроблялася методика моніторингового діагностування розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ;
- окреслювалася методика статистичної обробки результатів кожного етапу педагогічного дослідження;
- розроблялися показники початкового, середнього, достатнього та високого рівня компетентності майбутнього фахівця ЦТ за чотирма компонентами.

Результати констатувального експерименту представлені за відповідними компонентами: процесуально-мотиваційним, когнітивно-діяльнісним, емоційно-оціночним, інноваційно-рефлексивним (додаток В.3).

Педагогічний експеримент проводився у Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова, Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка, Житомирському державному університеті імені Івана Франка, Українській інженерно-педагогічній академії, Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимир Гнатюка, Державному вищому навчальному закладі «Криворізький національний університет», Національному університеті «Львівська політехніка», Бердянському державному педагогічному університеті, Національному університеті «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка (додаток И).

Узагальнені результати констатувального експерименту вимірювання рівнів засвоєння основних видів діяльності студентів за визначеним коефіцієнтом проаналізованих і усвідомлених показників і компонентів наведені у таблиці 5.2 та на рис. 5.1.

Таблиця 5.2

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

Дослідження результатів констатувального експерименту (табл. 5.2, рис. 5.1, додаток В.3) показали:

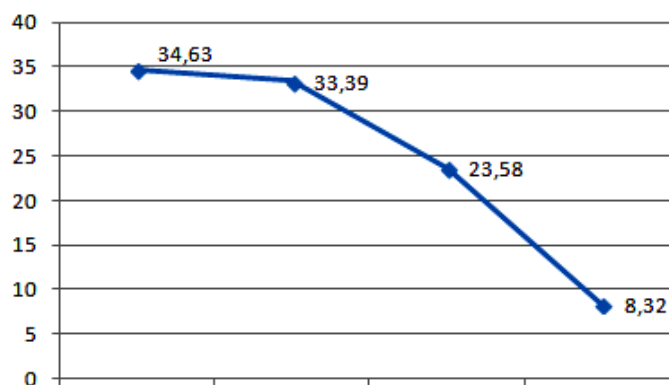


Рис. 5.1. Узагальнені результати констатувального експерименту

1. Простежується закономірність зменшення кількості відтворених показників знань у напрямі від початкового до високого рівня. Для

початкового рівня коефіцієнт засвоєння коливається від 30 % до 37 %. Емоційно-оціночний та когнітивно-діяльнісний компоненти мають найбільші значення близькі 37,5 %, а інноваційно-рефлексивний найменше – 30,4 %.

За середнім рівнем емоційно-оціночний компонент набув значення 26,13 %, а когнітивно-діяльнісний – 36,74 %, що свідчить про складний стан студента, який відображає суб'єктивне оціночне ставлення до проблеми цифровізації освітнього процесу з ФТД майбутніми фахівцями ЦТ й призводить до активізації нервової системи і вказує на резерви з можливості студентів підвищити рівень ІЦК.

Достатній рівень коливається від 19,46 % для емоційно-оціночного до 26,72 % когнітивно-діялісного компонента. Це свідчить про суперечність, яка виникає у студентів між намаганням досягти кращої знаннєвої якості та недостатньої самооцінки, а відповідно емоційного стану в оволодінні новітніми напрямками цифровізації в освіті. Звідси випливають завдання в частині вдосконалення методики розвитку ІЦК із врахуванням психології особистості.

Високий рівень характеризує невелику частину студентів (4–11 %), які успішно виконали завдання за всіма компонентами. Причому в цієї частини студентів розбіжність між когнітивно-діялісним (7,26 %) та емоційно-оціночним компонентом (10,13 %) в межах похибки є невеликою. Звідси можна зробити висновок про стабільний психолого-освітній стан таких студентів у намаганні досягти кращого результату і відповідати інноваціям сьогодення. Для викладачів постає завдання скористатися досвідом таких студентів і розповсюдити його на більшу кількість студентів.

2. У ході констатувального дослідження встановлено, що із 157 показників (табл. 5.1) компетентності майбутнього фахівця ЦТ (табл. 5.2, додаток В.3), лише третина має коефіцієнт засвоєння в межах 50–60 %, що свідчить про загальну тенденцію низького інтересу студентів до інновацій, зокрема проблеми цифровізації освітнього процесу. Результати цього етапу експерименту показують, що загалом 60–70 % студентів засвоїли на рівні 40–50 % визначені показники початкового та середнього рівнів, а тому є

резерви для покращення достатнього та високого рівня знань.

3. Встановлено, що традиційна система демонстраційного та фронтального експерименту не в змозі забезпечити виконання принципів цифровізації освіти (рис. 3.23) і встановити реальний зв'язок навчання та життя з цієї проблеми. Матеріальна база спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» слабо забезпечена засобами навчання з робототехніки, мехатроніки, автоматизованих систем програмного управління та ін. Зміст теоретичних курсів ФТД є традиційним середини ХХ ст. Звідси впливає завдання докорінної зміни парадигми застосування групи практичних методів навчання студентів на рівень сучасних інновацій та формування нового змісту освіти з визначених навчальних дисциплін.

4. Встановлено (табл. 5.2, додаток В.3), що процесуально-мотиваційний компонент домінує у студентів на початковому (віртуальне намагання) та середньому рівнях 32,48 % та 35,18 % відповідно, в той час, коли достатній рівень складає 22,71 %, а високий – 7,56 % і є найнижчими серед інших рівнів інших компонент. Відповідно спонукання до дій в оволодінні інноваційними процесами цифровізації навчання, зокрема ФТД, новітніми засобам не перетворилося у динамічний психологічний процес, який має керувати поведінкою суб'єкта навчання і визначає здатність, організованість, активність, стійкість майбутнього фахівця ЦТ задовольняти власні потреби впродовж усього життя.

5. Результати констатувального експерименту підтвердили актуальність проблеми недостатнього рівня підготовки студентів до застосування ЦТ та необхідність створення методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у ЗВО на інноваційних засадах.

Маючи орієнтири констатувального експерименту було проведено *другий етап (2014–2016 рр.) – пошуковий експеримент*, метою якого було утворення експериментальної моделі діяльності суб'єктів навчання, яка формувалася на основі концепції дослідження. Тут створювався новий досвід формування методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ з

урахуванням прогностичних передбачень; забезпечувалася вибіркова науково-експериментальна перевірка ефективності концептуальних положень; 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.

За результатами констатувального експерименту формувалася система зовнішніх мотивів, які були в подальшому враховані, зокрема:

- досліджувалися та враховані в освітніх програмах бакалаврів і магістрів вимоги роботодавців до рівня їх ІЦК;

- вивчалися та аналізувалися інтереси, зацікавленості й потреби студентів в організації освітньої та самостійної роботи з успішного оволодіння ІЦТ навчання (роботи, квадрокоптери, числове програмне управління, 3D друк та ін.), визначалася стратегія вдосконалення змісту ФТД у напрямі формування ІЦТ і корегувалися робочі навчальні програми;

- на предмет ефективності досліджувалися інноваційні методи та засоби навчання, які сприяють досягненню кращих результатів навчання.

З'ясовувалися та уточнялися показники, критерії ефективності застосування розробленої методичної системи; педагогічні умови формування ІЦК, предметних компетентностей з ФТД у процесі підготовки майбутніх фахівців ЦТ. Ефективність первинної апробації сформованої методики перевірялась за показниками:

- забезпечення спеціальною, методичною, навчальною літературою, матеріальною оцифрованою базою суб'єктів навчання, створення методики експериментального навчання студентів;

- компетентність студентів з теорії курсів ФТД, мехатроніки, робототехніки, STEM засобів навчання, цифрових технологій;

- володіння студентами інноваційними (ті, що дають щось нове), пошуковими та експериментальними методами навчального дослідження в

процесі формування компетентних фахівців;

- уміння створювати ефективне ІЦ середовище та віртуальну і матеріальну лабораторну базу;

- володіння статистичними методами аналізу експериментальних даних одержаних у ході освітньої діяльності суб'єктів навчання;

- сформовані навички застосування цілісної системи алгоритмів розв'язування задач із ФТД в умовах їх цифровізації;

- навички організації самостійного навчально-дослідного навчання з ФТД, робототехніки та мехатроніки;

- усвідомлення необхідності оволодіння новітніми ЗУН з ФТД у фаховій діяльності та повсякденному житті.

Уточнявся зміст поняття коефіцієнту засвоєння показників знань за критеріями-рівнями: початковим, середнім, достатнім і високим.

Початковий рівень полягає у знанні студентами фактів, явищ, процесів, теорій; студент володіє початковими уявленнями про предмет вивчення:

- здатність з'ясувати факти з природничих і технічних наук, ЦТ на рівні означення понять, явищ, процесів, суджень, законів, теорій та встановити співвідношення між ними;

- розуміння основної сутності явищ, процесів із предмета дослідження;

- вміє планувати власну освітню діяльність.

Середній рівень визначає здатність студента виконувати навчальні операції та засвоювати знання згідно державного стандарту:

- свідомо оперує фактами та явищами з ФТД при розв'язуванні задач;

- має навички працювати в оцифрованому середовищі;

- може успішно провести експеримент з фізики, дослідження за допомогою технічних установок і ПК, ХТ за інструкцією;

- вміє користуватися комп'ютерними програмами для Lego 2 та Arduino з використанням довідників та Інтернету для розв'язання поставленої задачі.

Достатній аналітико-синтетичний рівень компетентності, студент:

- володіє основними методами дослідження: аналіз, синтез, узагальнення,

порівняння, висновки, пропозиції; використовує ІСТ у навчанні ФТД; набув достатнього рівня ІЦК;

- вільно оперує інтегративними зв'язками політехнічної спрямованості, встановлює причинно-наслідкові зв'язки між фізикою та технікою;

- усвідомлює методологічні закономірності процесу пізнання, як низки розв'язання суперечностей;

- обирає ефективні методи та технології власного навчання.

Високий рівень полягає в активізації розумової діяльності на пошуковому рівні, активності творчості, формуванні вищого рівня інтелекту:

- володіє технологією програмування у навчанні ФТД засобами ІСТ;

- компетентний в напрямі конструювання оригінальних моделей робототехніки та мехатроніки відповідно до кінцевих цілей навчання;

- системно впроваджує у навчальну діяльність інноваційні технології, зокрема STEM-технології, що зумовлює творчу діяльність;

- використовує результати власної навчальної діяльності зі спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)» для розвитку ІЦК.

У такий спосіб формувалася практична частина забезпечення розвитку ІЦК, розроблялися й апробувалися курси і практичні засоби цифровізації освітнього процесу: робототехніка, мехатроніка, синергетика в освіті, КСНКС, що якісно впливало на формування компетентності майбутнього фахівця ІТ.

Заключний етап педагогічного експерименту проводився у **2018–2019 роках** у формі **експериментальної перевірки** розробленої нами моделі методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ (див. п. 4.3) та інтегративного ПМК розвитку ІЦК майбутніх фахівців ІТ у навчанні ФТД в умовах освітнього середовища ЗВО, перевірялася концепція дослідження. Детально теоретичні та організаційно-педагогічні аспекти проблеми розглянуто у монографії [30] та статтях [26; 27; 28; 29; 31; 32; 33].

Статистичний аналіз здійснено за методикою П. М. Воловика, М. І. Грабар, К. О. Краснянської, С. І. Тищенко [4; 7; 25].

Для проведення педагогічного експерименту до ЕГ входило 382 студенти,

в КГ – 378 студентів. Студенти груп підбиралися за принципом мінімальної відмінності, де різниця в успішності була мало значимою. Для цього скористалися методом нульових гіпотез, згідно якого між групами не повинно існувати ніякого зв'язку та залежності, що означає: між сукупностями X і Y статистично немає відмінностей варіацій. Статистичний

обрахунок проведемо з використанням формули
$$T = \frac{1}{n_e n_k} \sum_{i=1}^c \frac{(n_e Q_{ki} - n_k Q_{ei})^2}{Q_{ei} + Q_{ki}},$$

де n_e – кількість студентів у ЕГ, n_k – кількість студентів у КГ, $c = 4$ визначає розподіл студентів за початковим, достатнім, середнім, високим рівнем підготовки за відповідними компонентами, Q_{ei} – кількість студентів ЕГ певного рівня компетентності за відповідним показником, Q_{ki} – кількість студентів КГ за відповідним рівнем та показниками.

У вказаний спосіб ще до початку експериментального навчання (додаток В.1) було визначено студентів, які склали ЕГ і КГ за рівнями підготовленості до виконання підготовлених завдань за кожним компонентом за відповідними рівнем: початковий, середній, достатній, високий (табл. 5.3), де Q – число показників вибірок для КГ та ЕГ, p_{mei} – ймовірність, що студенти ЕГ за процесуально-мотиваційним компонентом набрали i балів, p_{mki} – ймовірність, що студенти КГ набрали i балів.

Для перевірки нульової гіпотези скористаємося даними таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Таблиця рівнів підготовленості студентів КГ та ЕГ за компонентами ІЦК в цифровому середовищі

Компоненти	$Q_{еп}$	$Q_{кп}$	$Q_{ес}$	$Q_{кс}$	$Q_{ед}$	$Q_{кд}$	$Q_{ев}$	$Q_{кв}$
Процесуально-мотиваційний	75	77	176	178	97	94	34	29
Когнітивно-діяльнісний	78	73	97	93	183	184	24	28
Емоційно-оціночний	88	86	148	139	124	126	22	27
Інноваційно-рефлексивний	60	61	207	199	81	79	34	39

У випадку, коли $p_{mei} = p_{mki}$ для кожного рівня та показника, тоді згідно статистичних методів між КГ та ЕГ відсутні відмінності у рівнях базової підготовки. В іншому випадку необхідно зробити обчислення та звірити з таблицями критичного значення статистичного критерію. Нижче зроблено статистичний розрахунок за формулою [7].

$$\begin{aligned}
T_M &= \frac{1}{n_e n_k} \sum_{i=1}^c \frac{(n_e Q_{ki} - n_k Q_{ei})^2}{Q_{ei} + Q_{ki}} = \frac{1}{n_e n_k} \left[\frac{(n_e Q_{kn} - n_k Q_{en})^2}{Q_{en} + Q_{kn}} + \frac{(n_e Q_{kc} - n_k Q_{ec})^2}{Q_{ec} + Q_{kc}} + \right. \\
&+ \frac{(n_e Q_{kd} - n_k Q_{ed})^2}{Q_{ed} + Q_{kd}} + \left. \frac{(n_e Q_{kv} - n_k Q_{ev})^2}{Q_{ev} + Q_{kv}} \right] = \frac{1}{382 \cdot 378} \left[\frac{(382 \cdot 77 - 378 \cdot 75)^2}{77 + 75} + \right. \\
&+ \left. \frac{(382 \cdot 178 - 378 \cdot 176)^2}{176 + 178} + \frac{(382 \cdot 94 - 378 \cdot 97)^2}{97 + 94} + \frac{(382 \cdot 29 - 378 \cdot 34)^2}{34 + 29} \right] = 0,4605
\end{aligned}$$

Згідно таблиць для визначення критичних точок розподілу для рівня значимості $\alpha = 0,05$ і числа ступенів вільності $\nu = c-1 = 3$ критичне значення складає $T_{\text{крит.}} = 7,815$ [24, с. 10].

Так як $T_{\text{експер.мот.}} \ll T_{\text{крит.}}$ ($0,4605 \ll 7,815$), то за правилами прийняття рішень [24] достовірною для процесуально-мотиваційного компонента є нульова гіпотеза. Альтернативна відпадає.

Аналогічні обрахунки маємо для когнітивно-діяльнісного, емоційно-оціночного, інноваційно-рефлексивного компонентів: $T_{\text{експер.ког.}} \ll T_{\text{крит.}}$ ($0,534 \ll 7,815$), $T_{\text{експер.ем.}} \ll T_{\text{крит.}}$ ($0,815 \ll 7,815$), $T_{\text{експер.інов.}} \ll T_{\text{крит.}}$ ($0,516 \ll 7,815$). Отже, підібрані групи студентів відповідають вимогам, що ставляться перед педагогічним експериментом [7] і можуть бути залучені до участі у педагогічному дослідженні. У такий спосіб було підібрано ЕГ і КГ.

За визначеною методикою здійснено формування ЕГ і КГ методом випадкового відбору. Із числа студентів ЕГ (46 груп) було складено вибірку загальною кількістю 382 студенти ($n_e = 382$), а зі студентів КГ (42 групи) було складено вибірку із 378 студентів ($n_k = 378$). Вибірка здійснювалася за принципом мінімальної відмінності досліджуваних, згідно з яким в ЕГ і КГ максимально нівелювалися умови, які могли вплинути на результат дослідження: вивчались однакові показники визначених вище компонентів за однаковий обсяг часу.

У КГ освітній процес здійснювався за традиційною методикою.

Навчання студентів у ЕГ проводилося з використанням розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК, описаної у третьому та четвертому

розділах дисертації, засобами комплексного впливу на усвідомлення майбутніми фахівцями ЦТ спеціальних цифровізованих ЗУН, особистісних цінностей і якостей, способів мислення, уявлень визначальних у розвитку ЦК майбутніх фахівців ЦТ під час навчання ФТД.

Теоретичні курси вивчалися на основі вимог дидактичних принципів науковості, наочності, цілісності, що відображені у створених комплексах комп'ютерних презентацій до лекцій, практичних і лабораторних робіт, де зміст навчання формувався за структурно-схематичним моделюванням.

5.2. Результати педагогічного експерименту з упровадження методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики та технічних дисциплін

Результати педагогічного дослідження виокремлювалися та описувалися кількісними та якісними показниками. Педагогічні вимірювання проводяться засобами спостережень, тестів, аналізу розв'язування задач, виконання практичних і лабораторних робіт і завжди мають певні похибки. Це пов'язано з недосконалістю діагностичного інструментарію, умовами здійснення вимірювань та ін. Закономірно результати таких досліджень мають ймовірнісний характер. Це викликало необхідність визначати статистичну значущість експериментальних результатів, що в свою чергу потребує введення специфічних параметрів, інтегральних характеристик результатів вимірювань, мір варіації (приписування чисел педагогічним об'єктам за відповідних правил) параметрів.

С. У. Гончаренко вважав, що педагогічне дослідження підлягає під ймовірнісний аналіз за дотримання визначених практикою умов: «1) відповідність дослідження рівневі розвитку педагогічної науки; 2) підтвердження результатів статистично значущим педагогічним експериментом; 3) дотримання всіх пізнавальних процедур, які становлять етапи наукового пошуку; 4) використання валідних дослідницьких методик; 5) точність і визначеність

теоретичної позиції автора; 6) вибір необхідних і достатніх тактичних засобів методологічного аналізу проблеми; 7) коректна (необхідна і достатня) кількість емпіричних даних; 8) забезпечення обґрунтованої теоретичної обробки й інтерпретації емпіричного матеріалу; 9) використання математичних методів обробки експериментальних даних» [6; 23, с. 237]. Проведений нами педагогічний експеримент проводився за дотриманням вказаних умов.

Результати педагогічного експерименту обраховувалися та зображались в таблицях, на графіках і діаграмах з використанням офісного програмного забезпечення Word, Excel, комп'ютерних презентацій Power Point, спеціального програмного забезпечення Visualizing Statistical Concepts.

Результати експериментального навчання у порівнянні з КГ подані у додатках (додаток В.4). Ефективність розробленої методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД визначалася за показниками-критеріями компонентів і коефіцієнтом засвоєння (додаток В.4).

Аналіз узагальнених результатів педагогічного експерименту в КГ та ЕГ (табл. 5.4, рис. 5.2) показав позитивні зміни розвитку сформованості ІЦК майбутніх фахівців ЦТ в ЕГ. Загалом значимі зміни сталися на всіх рівнях: 29,90 % початковий (репродуктивний), 29,54 % середній рівень (проблемний), 30,13 % достатній (конструктивний), 15,29 % високий (творчий).

Таблиця 5.4

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		

З'ясовано, що результати констатувального та контрольного експерименту за всіма показниками відповідних компонентів мають практично однакові

значення хоч проведені в інший час та із іншими студентами. Це свідчить про стабільну сформованість ІЦК студентів різних років навчання за традиційної методики. Аналіз приведених узагальнень (рис. 5.1, рис. 5.3) привів до наступних висновків:

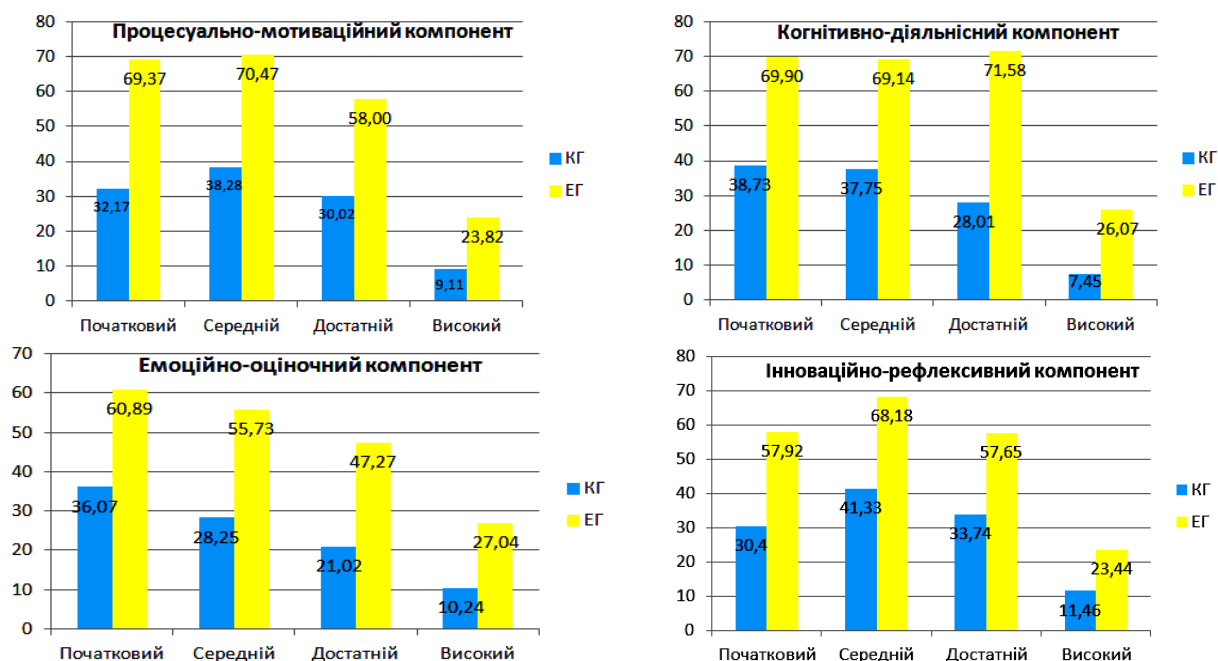


Рис. 5.2. Результати педагогічного експерименту

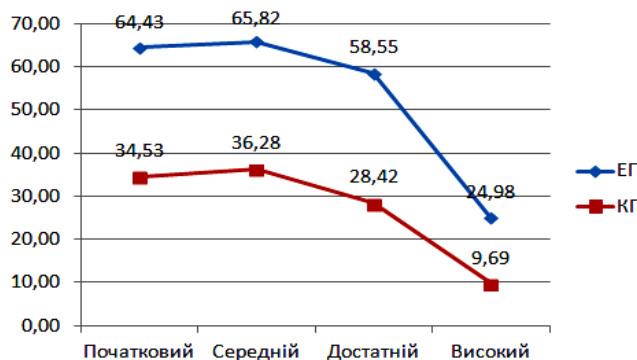


Рис. 5.3. Узагальнені результати педагогічного експерименту

– результати констатувального експерименту в основному співпадають із висновками педагогічного експерименту для КГ (див. п. 5.1);

– коефіцієнти проаналізованих та усвідомлених показників ЕГ за процесуально-мотиваційним компонентом практично однакові для початкового та середнього рівнів (69,37 – 70,47 %), на 12,47 % менший коефіцієнт достатнього рівня по відношенню до середнього. Коефіцієнт засвоєння високого рівня у двічі менший за достатній і у тричі менший за середній рівень. Загалом в ЕГ коефіцієнт проаналізованих та усвідомлених

показників на 28,99 % вищий в порівнянні з КГ, що свідчить про ефективність розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК, яка запроваджена для майбутніх фахівців ЦТ у ЗВО. Отже, має місце значне покращення якості навчальної діяльності, самостійний вибір методів засвоєння інновацій (робототехніка, мехатроніка) для досягнення поставленої мети. Це свідчить про значний ріст активізації розумової діяльності студентів ЕГ. Покращення пізнавальної активності цілком пояснюється психологічною та практичною готовністю, прагненням студентів до пізнання цифрових інновацій та оволодіння засобами цифровізації, що забезпечується визначеними нами показниками, які спонукають до мотивації діяльності у здобутті фундаментальних опорних знань і прийомів розумової діяльності;

– знанневий, когнітивно-діяльнісний компонент у порівнянні з іншими компонентами ЕГ має найбільше значення для достатнього 71,58 % засвоєння та підсумкового 62,22 % рівня. У порівнянні з КГ результати в ЕГ на 31,83 % вищі, що свідчить про ефективність розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК у студентів при навчанні ФТД. Визначені теми курсів ФТД (додаток Д), де впроваджено наскрізні фундаментальні поняття з ІЦТ в сукупності забезпечують позитивну динаміку розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ. У такий спосіб вони: оволодівають системою професійно-педагогічних компетентностей, усвідомлюють ІЦТ, формують аналітичне мислення при створенні моделі НКС; набувають умінь аналізувати природні й технічні явища, процеси та оцифровувати їх; усвідомлюють потреби й активність особистості у процесі навчання робототехніки, мехатроніки, синергетики, професійної самоосвіти, самовдосконалення; розвитку комунікативних здібностей;

– у процесі дослідження виявлено, що емоційно-оціночний компонент в ході експериментального навчання для середнього (55,73 %) та достатнього (47,27 %) рівнів має найменший коефіцієнт засвоєння (табл. 5,4, рис. 5.2), а загальний «приріст» рівня компетентності досяг значення 24,38 %, що менше загального в педагогічному експерименті. В результаті дослідження

компонента ми з'ясували, що в самооцінці студентів, які оволодівають ЦТ переважає раціоналізм. У випадку переваги оціночного чинника виникає розбіжність власної самооцінки майбутнього фахівця до себе і реального. Саме цим пояснюється, що показники середнього та достатнього рівнів важче формуються в ході цифровізації явищ і процесів ФТД. На нашу думку, в студентів ЕГ ще не сформована у достатній мірі така характеристика, як самооцінка, Я-реальне та Я-ідеальне;

– інноваційно-рефлексивний компонент після експериментального навчання в порівнянні з контрольним зріс на 22,95 %, найменше в порівнянні з іншими компонентними «приростами». Ми з'ясували, що рефлексивні здібності є частиною готовності майбутнього фахівця ЦТ до відбору і корекції змісту поняття цифровізації у навчанні ФТД. Ми з'ясували, що студенти з високим рівнем рефлексії є значно наполегливіші й ініціативніші в оволодінні інноваціями – робототехнікою, мехатронікою, програмуванням та ін. Звідси впливає і друга вимога до майбутнього фахівця ЦТ – здатність оволодіти доступом до великих обсягів інформації, уміння здійснювати її аналітичну обробку. В цьому плані частина студентів не була наполегливою і зневірилася у можливості розвитку їх особистісних творчих якостей. Без цього генерація новітніх ІЦТ унеможлиблюється, а відповідно суб'єктно-орієнтоване ІЦ середовище важко створити і на цій основі здійснити режим цифрового діалогу суб'єктів навчання;

– з аналізу таблиці 5.4 можна визначити відхилення коефіцієнтів проаналізованих та усвідомлених показників за різницею між підсумковими значеннями коефіцієнта та відповідними коефіцієнтами за кожним компонентом для КГ: процесуально-мотиваційного $-0,37$; когнітивно-діяльнісного $-1,77$; емоційно-оціночного $+2,93$; інноваційно-рефлексивного $-0,70$. Для ЕГ одержали наступні відхилення: процесуально-мотиваційного $-2,28$; когнітивно-діяльнісного $-6,52$; емоційно-оціночного $+5,63$; інноваційно-рефлексивного $+3,43$.

Приведені висновки формувалися на основі аналізу, синтезу, узагальнень змістових і кількісних характеристик показників із кожного компонента з використанням статистичних методів за загальноновизнаними в педагогічних дослідженнях критеріях, що характеризують вплив розробленої методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ і реалізації нового бачення дидактичних принципів науковості, наочності й доступності. Система опрацювання результатів педагогічного експерименту включала структуру процесуально-мотиваційного, когнітивно-діяльнісного, емоційно-оціночного, інноваційно-рефлексивного компонентів (додаток В.4).

З аналізу приведеної таблиці 5.4 випливає, що коефіцієнт проаналізованих і усвідомлених знань майбутніх фахівців КТ у ЕГ має стійку тенденцію до стабільно засвоєння на високому рівні фундаментальних наскрізних понять ФТД засобами цифровізації (додаток Д). Закономірним є, що із збільшенням складності завдань зменшується коефіцієнт засвоєння знань.

У КГ коефіцієнт проаналізованих і усвідомлених показників засвоєння нижчий за результати ЕГ (табл. 5.5). Частина студентів не опанувала принципами цифровізації (рис. 3.23), 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. 5.5).

Таблиця 5.5

Підсумкові результати педагогічного експерименту

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

Таким чином, приведені кількісні й якісні показники розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ, внесені нововведення у теорію та практику педагогіки, методології та методіку навчання ФТД, цифровізації навчання ФТД показав ефективність розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК в 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. Упровадження цифровізації у структуру, зміст та методику навчання ФТД (додаток Д) забезпечили практичне запровадження в освітній процес інноваційного підходу, чим у двічі покращилась відповідна компетентність майбутніх фахівців ЦТ.

Викладене дозволяє за результатами педексперименту зробити висновки:

1. Забезпечення впровадження в освітній процес цифровізації є основою для практичної реалізації дидактичних принципів через інноваційні зміни у змісті ФТД на основі знань з робототехніки, мехатроніки, синергетики, чим посилено рівень їх логіко-гносеологічної структури та роль фундаментальних узагальнюючих у наскрізному вивченні методологічних основ визначених курсів навчання.

2. Упровадження методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ на основі розроблених нами інноваційних засобів навчання покращують методологічну, фахову, дидактичну, методичну їх підготовку. Такий підхід забезпечує науково обґрунтоване прогнозування кінцевого результату освітньої діяльності через математичне моделювання, упровадження структурно-логічних схем, які забезпечують упорядкування за напрямом: причина \Rightarrow наслідок \Rightarrow висновок \Rightarrow нововведення \Rightarrow причина ..., синергетичне саморегулювання пізнання в напрямі підвищення рівня освітньої діяльності.

3. Упровадження курсів мехатроніки, робототехніки, синергетики адаптованих до принципів цифровізації є підвищенням інтелектуалізації навчання: теоретичного та методологічного рівнів аналізу психолого-педагогічного зростання майбутнього фахівця через формування його ІЦК, озброює їх загальнонауковими методами пізнання, забезпечує реалізацію механізму діяльності (цілевизначеність цифровізації \Rightarrow актуалізація чуттєвого досвіду з предмета навчання \Rightarrow виявлення опорних знань з ФТД в умовах цифровізації \Rightarrow мотивація інноваційної діяльності \Rightarrow пошуково-дослідна

робота у предметі пізнавальної діяльності).

Результати експериментального навчання оцінювалися на основі: якісного та кількісного аналізу результатів контрольних робіт; спостережень, бесід зі студентами, постійного моніторингу та корекції запропонованих інновацій засобами цифровізації, доцільності методичної системи розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ, комп'ютерного тестування та ін.

4. Підтверджено, що проблема проектування впровадження інновацій та розвиток ІЦК в освітньому процесі ЗВО забезпечується через історико-генезисну реконструкцію методологічних, психолого-педагогічних, методичних основ освітніх програм спеціальності «Професійна освіта (Цифрові технології)», їх теоретичного узагальнення та наскрізного навчання.

5. Розроблена й упроваджена в освітню практику ЗВО система лабораторних робіт (додаток Д) ґрунтується на принципах цифровізації з використанням ряду комп'ютерних програм, Arduino, 3D моделювання, роботів, пристроїв з числовим програмним управлінням показала свою продуктивність, ефективність експериментальної діяльності суб'єктів пізнання орієнтованих на розвиток ІЦК із врахуванням законів онтогенетичного розвитку особистості студента та формування їхнього науково-теоретичного мислення.

Згідно з ймовірнісними методами в педагогічних дослідженнях П. М. Воловика ми виділили вибірку й розрахували середню похибку в експериментальному навчанні [4, с. 125–128]. Математична модель методичної системи розвитку ІЦК перевірялась через достовірність одержаної різниці коефіцієнтів засвоєння елементів знань за кожним експериментом і загалом за результатами експерименту.

Розрахунки за результатами експерименту приведені нижче:

$$P_{pk} = \sqrt{\frac{K_{zk}(1 - K_{zk})}{n_k}}, \quad P_{pk} = 2,3248 \cdot 10^{-2};$$

$$P_{pe} = \sqrt{\frac{K_{ze}(1 - K_{ze})}{n_e}}, \quad P_{pe} = 2,5415 \cdot 10^{-2},$$

де P_{pe} та P_{pk} , K_{ze} , та K_{zk} , n_e та n_k – відповідно середні похибки правильних відповідей, коефіцієнти засвоєння знань, кількість студентів у ЕГ та КГ.

Середня імовірність правильних відповідей на запитання розраховується середньою помилкою їх різниці.

$$P_{\alpha} = \sqrt{P_{pe}^2 + P_{pk}^2}, \quad P_{\alpha} = 3,444 \cdot 10^{-2}.$$

Згідно одержаного значення середньої імовірнісної оцінки правильних відповідей не перевищує $3,444 \cdot 10^{-2}$. За допомогою нормального відхилення оцінимо ймовірність достовірності одержаної різниці з використанням критерія Стюдента.

$$t_{\alpha} = \frac{K_{ze} - K_{zk}}{P_{\alpha}} = \frac{d}{P_{\alpha}}, \quad t_{\alpha} = 7,861615.$$

Так як $t \gg 1,96$, то математично впливає, що різниця коефіцієнтів засвоєння знань в ЕГ і КГ є значною, не залежить від випадкових вибірок. Згідно таблиць Стюдента [4, с. 207] імовірність достовірності одержаної різниці ймовірностей для 4 степенів вільності проаналізованих і засвоєних знань в ЕГ і КГ рівна 0,997.

У розрізі досліджуваних компонентів результати приведено у таблиці 5.6.

Таким чином, найменший коефіцієнт Стюдента за інноваційно-рефлексивним компонентом складає 6,6214, що в 3,38 разів більше за гранично допустиме в експерименті 1,96.

Таблиця 5.6

Результати статистичних обрахунків за компонентами

Компоненти	$P_k(10^{-2})$	$P_e(10^{-2})$	$P_{\alpha}(10^{-2})$	t
Процесуально-мотиваційний	2,3337	2,5254	3,4386	8,4308
Когнітивно-діяльнісний	2,3657	2,4806	3,4278	9,2858
Емоційно-оціночний	2,2473	2,5582	3,4051	7,1598
Інноваційно-рефлексивний	2,3414	2,5556	3,4660	6,6214
За результатами експерименту	2,3248	2,5415	3,4440	7,8616

У додатку В.4 визначено коефіцієнт Стюдента для всіх показників процесуально-мотиваційного компонента, значення якого коливається від 3,27 до 20,42, і встановлено, що у 27 показниках критерій Стюдента коливається від 5 до 10, для 14 інших показників він коливається від 1 до 3. Аналогічні узагальнення зроблені і щодо інших компонентів. Із 157

показників для показника «переконавання, що інновації забезпечують підвищення ефективності та отримання конкурентних переваг» критерій Стьюдента рівний 1,2. У всіх інших показників він ≥ 3 .

Методами статистики ефективність методичної системи розвитку ІЦК ми оцінювали показником засвоєння знань K_3 , математичним сподіванням E , дисперсією D , середньоквадратичним відхиленням σ (табл. 5.8), мірою розсіювання (моду) M_0 (табл. 5.7) за наступними формулами [4, с. 28–31]:

$$E = \sum_{i=1}^{157} p \cdot z,$$

Середньоарифметичне (або K_3) у статистичному ряду показників кожного досліджуваного компонента визначається сумою добутків кількості варіантів результатів навчання на відповідну результативну частоту, поділену на суму всіх частот $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{157n} x_i p_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{157n} x_i \sum_{i=1}^{157n} p_i = \frac{1}{n} x p$. Обчислене значення приведене у таблиці 5.8.

Проте середньоарифметична оцінка стану кількості проаналізованих і усвідомлених показників приховує значну кількість особливостей освітнього процесу. Однакові коефіцієнти проаналізованих та усвідомлених показників не дають підстави зробити реальні висновки. Цю прогалину ми в значній мірі ліквідували скориставшись поняттями дисперсії та середньоквадратичного. При визначенні дисперсії коефіцієнтів проаналізованих та усвідомлених показників знань (табл. 5.4) вибіркою n слугує сукупність всіх показників знань суб'єктів навчання відповідного компонента за період вивчення і загалом освітнього процесу.

У додатку В.4 подані результати педагогічного експерименту за визначеними компонентами та проаналізованими і усвідомленими показниками. У кожному компонентіві показники відіграють роль частот розподілу оцінок і закономірно мають розсіювання навколо їх середньоарифметичного, яке характеризується поняттям дисперсії. Вона показує наскільки стабільним є освітній процес. Значні кількісні перепади

значень показників – дисперсії вказують на недоліки, що виявляються у ході педагогічного експерименту. Дисперсія (табл. 5.8) обчислюється за формулою [4; 7; 23]:

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (K_i - K_{ca})^2,$$

де K_i – значення i -о показника, K_{ca} – значення середньоарифметичного показника (середнє значення в квадраті оцінок у виборці), n – загальне число проаналізованих показників.

На відміну від значень аналізованих даних (оцінювань успішності) розмір дисперсії вимірюється в квадратних одиницях. Для того, щоб мати міру розсіювання, порівняну з розглянутими значеннями оцінок, знаходимо корінь квадратний із дисперсії $\sigma = \sqrt{D}$ – середньоквадратичне відхилення.

Мода є числовою ознакою в околі найбільшої частоти повторень у ряду показників розподілу результатів педагогічного експерименту [4; 7; 23]. У додатку В.4 приведені результати педагогічного експерименту за частотами розподілу в КГ та ЕГ для всіх компонентів.

Мода, як максимальна частота в статистичному ряду розподілу, обраховувалася за формулою (розрахунки показано для когнітивно-діяльнісного компоненту):

$$M_{ок} = x_0 + h \frac{f_m - f_{m-1}}{(f_m - f_{m-1}) + (f_m - f_{m+1})} = 30 + 10 \frac{1923 - 1031}{(1923 - 1031) + (1923 - 503)} = 33,86,$$

де x_0 – початок інтервалу з найбільшою частотою правильних відповідей, h – висота інтервалу, f_m – модальна частота з максимальним значенням, f_{m-1} – попередня до модальної максимальної частота правильних відповідей, f_{m+1} – наступна за модальною максимальною частота правильних відповідей. $M_{ок}$ – мода для КГ педагогічного експерименту. Мода вказує на модальне інтервальне значення [11, с. 165–170]. Ми визначили значення моди для кожного компонента окремо, враховуючи початковий, середній, достатній та високий рівень (табл. 5.7).

В інтервальному ряду розподілу медіальний інтервал (медіана) для КГ

визначається за формулою [11, с. 165–170]:

$$M_{ек} = x_0 + h \frac{\sum f_i - S_{m-1}}{f_m}.$$

Інтервал ділиться на дві частини показників $f/2$. Це означає, що частина показників має значення до максимально визначеного, а частина – більше.

Таблиця 5.7

Значення моди та медіани за результатами педагогічного експерименту

Початковий				Середній				Достатній				Високий			
$M_{0к}$	$M_{0е}$	$M_{ек}$	$M_{еє}$	$M_{0к}$	$M_{0е}$	$M_{ек}$	$M_{еє}$	$M_{0к}$	$M_{0е}$	$M_{ек}$	$M_{еє}$	$M_{0к}$	$M_{0е}$	$M_{ек}$	$M_{еє}$
Процесуально-мотиваційний компонент															
37,5	66,7	37,5	67,05	38,25	70,47	37,35	72,05	36,5	57,15	36,3	57,05	13,3	28,2	10,43	26,9
Когнітивно-діяльнісний компонент															
33,86	72,75	41,85	71,95	38,05	77,7	37,25	77,0	27,4	67,75	27,15	67,15	8,95	33,0	6,75	36,75
Емоційно-оціночний компонент															
36,95	55,65	37,45	56,1	33,65	58,5	31,7	56,1	23,15	63	22,15	60,6	10,65	28,3	12,5	26,8
Інноваційно-рефлексивний компонент															
37,0	67,5	36,95	66,95	47,2	67,7	47,05	68,1	36,15	62,6	36,9	62,8	10,12	33,9	12,1	31,9

Одержані середньоарифметичні та середньоквадратичні результати мають різні рівні значень, що утруднює здійснити їх порівняльний аналіз. В цьому зв'язку ми скористалися коефіцієнтом варіації – відношення середньоквадратичного до середньоарифметичного $V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$ (табл. 5.8). З урахуванням середніх кількісних значень оцінок та одержаних коефіцієнтів варіації, ми дійшли до висновку, що в КГ не тільки значно нижчий рівень успішності (табл. 5.8), але й освітній процес менш стабільний, бо $V_e > V_k$.

Таблиця 5.8

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

Отже, на якість виконання завдань студентами в ході експериментального дослідження випадкові фактори як у КГ, так і ЕГ практично не впливали. Однак інноваційність цифровізації є відчутною, що видно з розбіжності $\sigma_e = 4,2786$, $\sigma_k = 1,4464$. Значення моди в ЕГ (табл. 5.7) значно вищий, ніж у КГ, що вказує на певні труднощі у набутті студентами ІЦК. Різниця в якості

вивчення показників та їх співвідношення у КГ та ЕГ є суттєвою на рівні достовірності 99,7 %, так як критерій Стьюдента має значення 7,8616.

Для цих використаних компонентів ІЦК критерій Стьюдента коливається для показників когнітивно-діяльнісного компонента від 4 до 30 при переважаючій частоті 7–9; для процесуально-мотиваційного компонента вказаний коефіцієнт набув значення від 5 до 16; для інноваційно-рефлексивного – від 4 до 12; для емоційно-оціночного компонента відхилення складає 5–12 і не менший за 7,8616. Тому можна стверджувати про ефективність розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД. Помилка середньої імовірності правильних відповідей у КГ коливається в межах 1,2–3,01 %, а в ЕГ 1,11–2,75 %, що не перевищує прийнятої 5 % граничної похибки. Рівень достовірності складає 0,997 і не виходить за межі прийнятої 0,95.

Педагогічний експеримент проводився у ЗВО (додаток И), де здійснюється підготовка фахівців ЦТ у різних населених пунктах України. Результати експерименту виявилися практично однаковими, що також підтверджує ефективність розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

5.3. Результати експертної перевірки ефективності методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики та технічних дисциплін

Відомий вчений С. У. Гончаренко вказував, що проблема вимірювань в педагогіці ускладнюється тим, що багато змінних педагогічного процесу безпосередньо не можна спостерігати й вимірювати. «У цих умовах застосовують методи побічного вимірювання, тобто безпосередньо спостерігають і вимірюють ті величини, що вивчають, та інші, які можна спостерігати (індиканти) і які відомим способом пов'язані з досліджуваними змінними величинами, які не можна спостерігати» [6; 23, с. 234]. Тобто неможливо спостерігати і вимірювати одночасно всі педагогічні процеси.

Виходячи з такої посилки в дослідженні ми крім експериментальних вимірювань скористалися методом експертних оцінок, коли є змінними емпіричні дані, педагогічні проблеми та явища, що не піддаються формалізації. До нього залучалися компетентні фахівці і здійснювалося поєднання опосередкованого спостереження та опитування. В дослідженні ми скористалися шестиетапною методикою підготовки експертизи розробленої А. А. Киверялг [9; 23, с. 214–215]: перший етап – підготовка документації експертної оцінки; другий етап – формування об'єктивізованої інформації у формі відповіді експертів; третій етап – формування експертної групи та оцінка компетентності експертів; четвертий етап – проведення безпосереднього опитування експертів; п'ятий етап – обробка результатів експертної оцінки; шостий етап – оформлення результатів та аналізу експертної оцінки.

З метою оцінки значущості вимог до розробленої нами методичної системи розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ ЗВО проведено експертне її дослідження спеціалістами у галузі науки, освіти, фахівців з ФТД та методики їхнього навчання. Серед 55 експертів: 52 доктори наук, 3 кандидати наук. Вчене звання професора мають 44 експерти, доцента – 11. Критерії підбору експертів враховували: наукову репутацію, аналітичність, компетентність, креативність, толерантність, об'єктивність, конструктивність. До числа експертів залучалися завідувачі кафедр ЗВО, де проводився педагогічний експеримент (додаток II). Науково-педагогічний стаж роботи: 29 експертів \geq 30 років, 20 експертів \geq 20 років, 6 експертів \geq 10 років.

Визначення компетентності обраної групи експертів здійснювалася за методикою А. А. Киверляга та розробленими прикладами її впровадження Т. Є. Кристопчака і С. О. Сисоєвої [9; 23, с. 218]. Склад експертної комісії формувався з врахуванням компетентності експерта з теми дослідження, а також враховувалися такі показники: наявність наукового ступеня та/або вченого звання; стаж роботи; кількість публікацій. Тоді рейтинг кожного експерта підраховується з урахуванням певних міркувань, які оцінюються у балах: наявність наукового ступеня, звання від 0,2 до 0,8; стаж роботи в

галузі проблеми – до 20 років – 0,5, до 30 років – 0,6, понад 30 років – 0,8; обґрунтування думки з обговорюваної проблеми: проведено теоретичний аналіз – 0,8; практичний досвід – 0,6; узагальнення вітчизняного / зарубіжного досвіду – 0,4; інтуїтивні уявлення – 0,2 (додаток В.5).

Обрахунки загальної компетентності експерта за всіма показниками здійснюється за формулою:

$$K_{pi} = \frac{\sum_{j=1}^3 X_{ji}}{\sum_{j=1}^3 X_{j\max}},$$

де X_{ji} – рейтинг i -го експерта за j -им показником; $X_{j\max}$ – максимальна оцінка за j -им показником.

Показником репрезентативності експертної групи середньоарифметичне значення компетентності всіх експертів, яке визначається за формулою:

$$K_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{pi},$$

де n – число експертів, які входять до складу експертної групи.

Група експертів вважається репрезентативною за умов, коли $2/3$ експертів відповідають вимогам $0,67 < K_p < 1$ [23, с. 219]. У випадку, коли дотримується зазначена вимога, експерти мають право залишатися у сформованій групі, а результати експертного оцінювання можна вважати репрезентативними.

У проведеному нами дослідженні (додаток В.5) зазначеним вимогам відповідає 96,4 %, а показник репрезентативності експертної групи становить 0,87, що відповідає визначеному діапазону значень ($0,67 < K_p < 1$).

За основу для проведення експертного опитування бралася методика «Оцінки відносної важливості кожної окремо взятої вимоги». Анкета експерта представлена у додатку В.5. Одержані результати оцінки відносної важливості кожного показника за 100-бальною шкалою відповідно до рекомендацій [36, с. 81–120] та визначені за допомогою статистичних функцій Excel їхні ранги наведені в додатку В.5.

Під час визначення значущості кожного поняття ми скористалися показниками: систематизація та узагальнення думки експертів; ступень погодженості думок експертів; статистична достовірність і значущості показника погодженості думок експертів.

Показник погодженості думок експертів містить в собі:

1. Середньоарифметичне M_j величини оцінки поняття (у балах), що визначається за формулою [36, с. 82]:

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^m C_{ij}$$

де m – кількість експертів, що брали участь в оцінці ($i = 1, 2, 3, \dots, m$); m_j – кількість експертів, що оцінювали j -е поняття; C_{ij} – оцінка загальної кількості експертних оцінок експертами j -о поняття.

Середньоарифметичне величини (табл. 5.9) оцінки вимог є значущим, а тому результат дозволяє використовувати вказану методику в освітньому процесі.

2. Частоту повторюваності максимально важливих оцінок (100 балів), одержаних j -о поняття, визначимо згідно [8, с. 82] за формулою:

$$K_j^1 = \frac{m_j^1}{m_j}$$

де m_j^1 – кількість одержаних оцінок, що відповідають 100 балам; m_j – загальна кількість оцінок за j -е поняття.

Нами визначена частота повторюваності максимально важливих оцінок (табл. 5.9). Найбільша повторюваність спостерігається у компонента пов'язаного з інноваційністю цифровізації, що охоплює моделювання, інтегративність, мехатроніку, робототехніку, 3D друк, цифровізацію та ін.

3. Суму рангів S_j , одержаних j -м поняттям.

Ранжування проводилось за допомогою Excel (додаток В.5).

Сума рангів S_j , виставлених експертами оцінок за j -е поняття [8, с. 83] визначалася за формулою:

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij},$$

де R_{ij} – ранг оцінки i -м експертом j -о поняття (додаток В.5).

Одержані дані свідчать про високу кількість повторюваності однакової експертної оцінки, що свідчить про позитивну оцінку запропонованої нами методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ.

Дослідження показників ступеня погодженості думок експертів обраховували за такою методикою:

а) коефіцієнт варіації V_j оцінок, отриманих за j -е поняття:

– обраховуємо дисперсію оцінок D_j наданих j -у показнику, з урахуванням [8, с. 84] за формулою для кожного поняття:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^m (C_{ij} - M_{ij})^2.$$

– визначаємо середнє квадратичне відхилення σ_j оцінок, отриманих за j -е поняття згідно [8, с. 84]:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j}$$

– визначемо коефіцієнт варіації за поняття:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j}$$

Обчислення дають результати, що наведені в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9

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

Таким чином, експертна оцінка запропонованої нами методичної системи та змістового її наповнення, що представлено рядом навчальних посібників із ФТД, навчально-методичних комплексів з дисциплін: «Концепції сучасної

наукової картини світу», Фізика (за професійним спрямування), «Основи автоматизації та робототехніки», «Мехатроніка» (для бакалаврського рівня вищої освіти), «Теорія самоорганізації в педагогічній освіті» (для магістерського рівня вищої освіти); комп'ютерних програм «Карта ізотопів» та «Теорія Великого вибуху»; системою експерименту з ФТД засобами цифровізації та ергономіки; інноваційно-цифровим компонентом (засоби робототехніки, мехатроніки і STEM) показала високу їх ефективність, доцільність, системність та відповідність змісту навчального матеріалу.

За результатами експертної оцінки з'ясувалось, що запровадження до змісту курсу ФТД принципів цифровізації засобами робототехніки, мехатроніки, синергетики отримало найвищі бали (додаток В.5), а відповідно мають бути реалізовані у відповідні навчальні програми ЗВО.

Висновки до розділу 5

1. Апробована методична система розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД засобами робототехніки, мехатроніки, синергетики підтвердила ефективність (коефіцієнт засвоєння новітніх знань студентами зріс у середньому на 27,08 %).

2. Виконані кількісні статистичні обрахунки та якісний аналіз показників компонентів показали адекватність їх вимогам ІЦК в КГ та ЕГ на всіх етапах дослідження, підтверджено передбачення й ефективності упровадження інновацій у навчання фахівців ЦТ.

3. Високу оцінку експертів одержали ідеї запровадження принципів цифровізації до змісту курсів ФТД засобами робототехніки, мехатроніки, синергетики, а відповідно мають бути запроваджені у відповідні навчальні програми ЗВО, що забезпечує розвиток ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ.

4. Проведений педагогічний експеримент підтвердив ефективність розробленої методичної системи розвитку ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ.

Таким чином, в педагогічному експерименті розглянута інноваційна наукова проблема цифровізації освітнього процесу в ЗВО, що відповідає

сучасним вимогам суспільства до майбутніх фахівців ЦТ.

Основні наукові положення розділу викладено в опублікованих працях [2; 3; 12–14; 17–22; 26–35].

Список використаних джерел до розділу 5

1. Бадмаева Н.Ц. Влияние мотивационного фактора на развитие умственных способностей: монография. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. С. 151–154.
2. Величко С.П., Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Засоби діагностики зі шкільного курсу фізики: навч. посібн. для студ. фіз.-мат. факул. пед. ВНЗ. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Ч. 1. 136 с.; Ч. 2. 28 с.
3. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків: навчальний посібник для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів загальноосв. шк. / Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопригора Н.В., **Трифенова О.М.** Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.
4. Воловик П.М. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці. К.: Радянська школа, 1969. 223 с.
5. Галета Я.В., Демченко В.В. Професійна зрілість як показник готовності до професійного самовдосконалення майбутнього вчителя. *Теорія і методика виховання: науково-педагогічний вісник*. 2017. Вип. 7. С. 9–11.
6. Гончаренко С.У. Педагогічні дослідження: Методологічні поради молодим науковцям. Київ-Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008. 278 с.
7. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях, непараметрические методы. Москва: Педагогика, 1977. 136 с.
8. Добров Г.М., Ершов Е.И., Смирнов Л.П. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. Киев: Наукова думка, 1974. 160 с.
9. Кыверялг А.А. Методы исследования в профессиональной педагогике. Таллин: Валгус, 1980. 334 с.
10. Лаврентьева Г.П., Шишкіна М.П. Методичні рекомендації з організації та проведення науково-педагогічного експерименту. К.: ІТЗН, 2007. 72 с.

11. Мармоза А.Т. Теорія статистики: підручник. Вид. 2-ге перероб. та доп. К.: Центр учбової літератури, 2013. 592 с.
12. Методика і техніка експерименту з оптики: посібн. для студ. фіз. спец. вищ. пед. навч. закл. та вчителів фізики / Садовий М.І., Сергієнко В.П., **Трифенова О.М.**, Сліпучіна І.А., Войтович І.С. Луцьк: Волиньполіграф, 2011. 292 с.
13. Подопригора Н.В., Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Фізика твердого тіла: навч. пос. для студ. фіз. спец. пед. ун-тів. Вид. 2-ге. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2014. 413 с.
14. Подопригора Н.В., **Трифенова О.М.**, Садовий М.І. Математичні методи фізики: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. 300 с.
15. Растригіна А.М. Моніторинг ціннісно-орієнтованого самовизначення майбутнього фахівця. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кіровоград, 2015. Вип. 141(2). С. 3–6.
16. Садовий М.І. Теоретичні і методичні основи становлення і розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2001. 517 с.
17. Садовий М.І., Вовкотруб В.П., **Трифенова 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.
18. Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Історія автомобіля: посібник. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. 88 с.
19. Садовий М.І., **Трифенова 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. і доп. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 436 с.
20. Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Методичні проблеми створення засобів діагностики знань студентів. *Зб. наук. пр. «Педагогічні науки» (ХДУ)*. Херсон, 2016. Вип. LXXI, т. 1. С. 64–70.

21. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Сучасна фізична картина світу: навч. посібн. для студ. пед. ВНЗ. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2016. 180 с.
22. Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Теорія самоорганізації та синергетики у навчанні студентів педагогічних ВНЗ: посібник. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. 184 с.
23. Сисоєва С.О., Кристопчук Т.Є. Методологія науково-педагогічних досліджень: підручник. Рівне: Волинські обереги, 2013. 360 с.
24. Таблиці функцій та критичних точок розподілів. Розділи: Теорія ймовірностей. Математична статистика. Математичні методи в психології / Укл.: М.М. Горонескуль. Хаків: УЦЗУ, 2009. 90 с.
25. Тищенко С.І., Воловик П.М. Методи теорії ймовірності і математичної статистики у підготовці майбутнього учителя до науково-дослідної роботи: посібник. Миколаїв, 2013. 240 с. URL: http://ipood.com.ua/data/NDR/Information_technology/2013_Volovyk_Tyshchenko.pdf (дата звернення: 01.12.2019).
26. Трифонова О.М. Визначення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності у майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький, 2019. Вип. 177, Ч. II. С. 128–135.
27. 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.
28. 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*. VII(35), I.: 213, Budapest (Hungary), 2019. С. 57–61. URL: https://seanewdim.com/uploads/3/4/5/1/34511564/hum_vii_213_35.pdf (дата звернення: 01.12.2019).
29. Трифонова 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.

30. 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.

31. 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., м. Херсон, 12-13 вересня 2019 р. Херсон: Вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2019. С. 110–113.

32. 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.

33. 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*: зб. матер. VIII-ї Міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф., 05-23 квітня 2019 р. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 102–104.

34. Трифонова О.М., Садовий М.І. Наукова картина світу XXI століття: інтегративність природничих і технічних наук: навч. посіб. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2019. 332 с.

35. Трифонова О.М., Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 120 с.

36. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. Киев: Наукова думка, 1977. 136 с.

ЗАГАЛЬНІ 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 предмета пізнання цілісного прояву природи та скінченністю й 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 визначена суперечність відображає співвідношення об'єктивної, абсолютної та відносної істини. Об'єктивним є предмет пізнання. Його знання відображає об'єктивний зміст людського пізнання, що є неповним, невичерпним, відносним щодо досягнутості рівня знання предмета.

Досліджено своєрідність і діалектичний характер процесу відображення об'єкта дослідження у свідомості суб'єкта пізнання з точки зору логічних категорій через поняття невизначеності, як сходинки 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. У ході пізнання категорії (невизначеності) існують одночасно, як взаємопов'язані між собою і створюють внутрішню структуру універсального закономірного зв'язку всіх явищ світового освітнього процесу та Всесвіту.

З'ясовано, що з точки зору принципу історизму знаряддя праці, як основа розвитку і засобів навчання ФТД, зазнали еволюцію: 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, *розкрито* 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 ІЦТ, які більше спрямовані на цифрово-технологічну галузь. На теоретичному рівні *забезпечено* узгодження понятійно-категоріального апарату поняття «компетентність», ключових категорій компетентнісного підходу європейського та

вітчизняного досвіду в умовах освітньої інтеграції.

Розроблено концепцію наскрізного впровадження інтегративного підходу в підготовці кваліфікованих фахівців ЦТ, як основи для створення методичних засад та методики навчання курсів із робототехніки, мехатроніки, методики навчання ФТД на базі генералізації освіти та *досліджено* нові методологічні та 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 зміни як етап створення нових якостей тощо. *Визначено* теоретико-методологічні основи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ, *сформовано* інтегративну систему розвитку ступеневої ІЦК, *розроблено* вимірювальні 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 загалом формування нових якостей особистості.

З'ясовано, що проектування складу і структури освітнього середовища закладу освіти, а також вибір платформи реалізації електронного навчання, мають бути організовані так, щоб якомога більш повно забезпечити реалізацію сучасних цілей і форм навчання ФТД у відповідності з вимогами доступності, гнучкості, мобільності, індивідуалізації, відкритості, а також універсальні ПЗ, призначенні для ефективного виконання математичних операцій з даними як у символічній, так і в числовій формі, візуалізації математичних закономірностей, проведення навчальних і наукових досліджень, а також моделювання процесів та явищ у різних предметних галузях.

4. *Обґрунтовано* теоретико-методологічні основи модернізації триєдиного підходу «освіта – наука – технології», як засобу

фундаменталізації освіти, що забезпечує суспільний розвиток ЦТ; *визначено* ступінь розробленості проблеми розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ в умовах цифровізації.

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.

Розроблено вимірювальні показники компонентів інформаційно-цифрової компетентності, які мають високий рівень узагальнення, набувають рис ставлення, стратегії, етики та знання цифрової інформації, комунікації, виробництва та безпеки.

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 ІІТ технологій навчання, проектної діяльності суб'єктів навчання, розв'язання 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.

З'ясовано, що потреби виробництва кінця ХХ – початку ХХІ ст. змусили вчених розширити комп'ютерне моделювання в управлінні виробничими процесами, в проектно-конструкторській роботі, плануванні, в наукових дослідженнях. Це особливо важливо в часи наростання енергетичних потужностей, упровадження надточного машинобудування, що ґрунтується на постійному збільшенні швидкостей, встановленні надвисокої точності вимірювань, введенні безперервності та безвідходності технологічних процесів. Навіть висококваліфікований фахівець не в змозі оперативно справитися з управлінням указаних процесів, і тому закономірно відбувається передача функцій керування машині, здатній в процесі управління переробляти інформацію, що стає технічною необхідністю. Нині технології змінюються кожні 5–10 років, відповідно фахівець повинен бути компетентним і навчатися впродовж усього життя.

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. Загалом коефіцієнт засвоєння зріс на: 29,90 % початковий (репродуктивний) рівень, 29,54 % середній рівень (проблемний), 30,13 % достатній (конструктивний), 15,29 % високий (творчий). Експертна оцінка показала, 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 напрямів підготовки інженерів-педагогів; удосконалення ресурсної бази для забезпечення професійно орієнтованого навчання ФТД в умовах цифровізації та ін.

ДОДАТКИ

Додаток А

Освітньо-наукові ресурси з фізики і технічних дисциплін та ІЦК і ІЦТ

Додаток А.1. Аналіз наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук з теорії та методики навчання фізики, технічних дисциплін та комп'ютерних технологій

Таблиця А.1.1

Аналіз наукових фахових видань України

№ п/п	Назва видання	Статей з навчання			Всього стат.
		фізика	техн. дисц.	КТ	
1	2	3	4	5	6
1	Актуальні питання природничо-математичної освіти Сумський державний педагогічний університет ім. А.С.Макаренка (2013–2017, 10 випусків)	19	1	21	210
2	Витоки педагогічної майстерності Полтавський державний педагогічний університет імені В.Г.Короленка (2012–2016, 19 вип.)	2		2	380
3	Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»: Науково-теоретичний збірник. Педагогіка. Психологія. Філософія. (2012–2017, 5 випусків)	0	25	4	165
4	Військово-технічний збірник Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного Міністерства оборони України (2009–2014, 18 випусків)	3	41	17	360
5	Вісник Вінницького політехнічного інституту Вінницький національний технічний університет (2004–2018, 106 вип.)	3	8	16	3018
6	Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Серія: Педагогічні науки Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка (2002–2018, 36 випусків)	18	4	6	377
7	Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка Zhytomyr Ivan Franko State University Journal Житомирський державний університет імені Івана Франка (1998–2018, 94 випуски)	10	16	11	2320
8	Вісник Запорізького національного університету (Серія: педагогічні науки) ДВНЗ «Запорізький національний університет» (2002–2017, 30 випусків)	26	24	18	750
9	Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (2014–2018, 5 вип.)	1	6	5	140
10	Вісник Криворізького національного університету ДВНЗ «Криворізький національний університет» технічні (2001–2015, 144 випусків)	208	93	182	980
11	Вісник Національного авіаційного університету Вестник Национального авиационного университета Proceedings of the National Aviation University (2009–2018, 12 випусків)	2	25	22	324
12	Вісник післядипломної освіти: збірник наукових праць (Серія «Педагогічні науки») ДВНЗ «Університет менеджменту освіти» (2017, 34 випуски)	3	34	27	680

Продовж. табл. А.1.1

1	2	3	4	5	6
13	Вісник Черкаського університету (серія: педагогічні науки) (2008–2018, 14 випусків)	2	19	4	308
14	Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка (серія: педагогічні науки) (8 тематичн. вип.)	412	6	31	420
15	Збірник наукових праць /педагогічні науки/ Херсонський державний університет (2004–2018, 47 випусків)	61	282	192	4230
16	Збірник наукових праць «Педагогічна освіта: теорія і практика» Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Інститут педагогіки АПН України (2011–2018, 15 вип.)	45	75	15	1095
17	Засоби навчальної та науково-дослідної роботи Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди (2011–2017, 6 випусків)	6	12	6	156
18	Збірник наукових праць Рівненського державного гуманітарного університету «Інноватика у вихованні» (2010–2017, 7 випусків)	8	21	16	180
19	Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету (2010–2016, 5 випусків)	102	15	21	156
20	Інформаційні технології в освіті Информационные технологии в образовании Information Technologies in Education Херсонський державний університет, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (2008–2018, 36 вип.)	210	642	352	1440
21	Наука і освіта ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського» (2008–2018, 18 вип.)	4	123	67	807
22	Науковий вісник Інституту професійнотехнічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка (2010–2017, 15 вип.)	2	65	17	555
23	Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка (2013–2017, 10 вип.)	4	37	24	356
24	Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Педагогічні науки (2013–2018, 9 вип.)	2	60	32	375
25	Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Педагогіка, психологія, філософія (2000–2018, 18 випусків)	18	118	72	900
26	Науковий вісник Ужгородського університету (1997–2018, 45 вип.)	265	46	12	945
27	Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету (2012–2018, 6 випусків)	54	45	424	270
28	Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія (2010–2018, 15 випусків)	32	224	32	480
29	Наукові записки Тернопільського національного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка (2013–2017, 4 вип.)	2	12	12	101
30	Наукові записки. Серія: Педагогічні науки Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка (2011–2017, 26 випусків)	814	28	44	1043
31	Наукові записки. Серія: Психолого-педагогічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя) (2013–2018, 28 випусків)	6	84	56	1260
32	Педагогічні науки Полтавський державний педагогічний університет імені В.Г. Короленка (2009–2017, 23 випуски)	4	120	8	552
33	Проблеми інженернопедагогічної освіти Українська інженернопедагогічна академія (2001–2017, 24 видань)	52	336	96	1248

Продовж. табл. А.1.1

1	2	3	4	5	6
34	Фізика та астрономія в школі Міністерство освіти і науки України, Національна академія педагогічних наук України, (2000–2017, 102 випуски)	514	16	23	714
35	Physical education of students Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди (2010–2017, 17 вип.)	4	7	15	442
36	Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Педагогіка» Українська інженернопедагогічна академія (2010–2017, 17 вип.)	2	9	34	476
37	Інженерні та освітні технології Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського (2012–2017, 5 вип.)	0	10	5	226
38	Інформаційні технології і засоби навчання Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Університет менеджменту освіти НАПН України (2012–2017, 5 видань)	0	4	6	243
39	Теорія і методика професійної освіти Інститут професійно-технічної освіти НАПН України (2011–2018, 14 випусків)	0	70	14	280

Додаток А.2. Наукові ресурси та електронні бібліотеки з ФТД

Таблиця А.2.1

Основні наукові ресурси та електронні бібліотеки з ФТД

Назва ресурсу	Електронна адреса
1	2
The AAPT ComPADRE Digital Library	https://www.phystec.org/index.cfm
VirtuLab	http://www.virtulab.net/
Wiley	https://www.wiley.com
Open Source Physics	https://www.compadre.org/osp/
PhET Interactive Simulations	https://phet.colorado.edu/
Physlet Physics	https://www.compadre.org/physlets/
Physlet Quantum Physics	https://www.compadre.org/pqp/
DNA Learning Center	https://www.dnalc.org/resources/3d/
An Online Community for Students Who Love STEM	http://www.cogito.org
Making Earth Science Data Accessible and Usable in Education	http://serc.carleton.edu/eet
Astronomical Perspectives for Young Children	http://www.unawe.org/
Facilitating Scientific Investigations and Training Data Scientists	http://bugscope.beckman.illinois.edu
Computational Experiments for Science Education	http://mw.concord.org/modeler/
The Periodic Table of Videos	http://www.periodicvideos.com/
Science Buddies: Advancing Informal Science Education	https://www.sciencebuddies.org/
Penguins and Polar Bears Integrates Science and Literacy	http://beyondpenguins.nsd.org/
Science 101: Building the Foundations for Real Understanding	http://evolution.berkeley.edu/
Physical Phenomena in Real Time	http://paer.rutgers.edu/pt3/
The Universe Online	http://www.sdss.org/
Resources for Anyone Interested in the Brain	http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html
Using Video to Build Learning Contexts Online	http://www.learner.org/courses/envsci/
Addressing Science Teacher Needs	http://www.bioedonline.org/
On the Cutting Edge: Teaching Help for Geoscience Faculty	http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/index.html
Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench	http://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html

Продовж. табл. А.2.1

1	2
Фізика в школі Фізика	https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=ua
Интерактивная физика	http://www.askskb.net/index.html
VPLab	http://vplab.ndo.co.uk/
SetLab	http://www.setlab.net
Virtual Labs at Amrita Vishwa Vidyapeetham	http://vlab.amrita.edu/index.php
VIRTUAL LABS	http://vlab.co.in/ba_labs_all.php?id=8
Antimatter / Антиматерія (ЦЕРН)	https://home.cern/science/physics/antimatter
Dark matter / Темна матерія (ЦЕРН)	https://home.cern/science/physics/dark-matter
The early universe / Ранній Всесвіт (ЦЕРН)	https://home.cern/science/physics/early-universe
The Higgs boson / Бозон Хіггса (ЦЕРН)	https://home.cern/science/physics/higgs-boson
The Standard Model / Стандартна модель (ЦЕРН)	https://home.cern/science/physics/standard-model
Physics / Фізика (ЦЕРН)	https://home.cern/science/physics
Accelerators / Прискорювачі (ЦЕРН)	https://home.cern/science/accelerators
Engineering / Інженерія (ЦЕРН)	https://home.cern/science/engineering
Computing / Обчислення (ЦЕРН)	https://home.cern/science/computing
Experiments / Експерименти (ЦЕРН)	https://home.cern/science/experiments

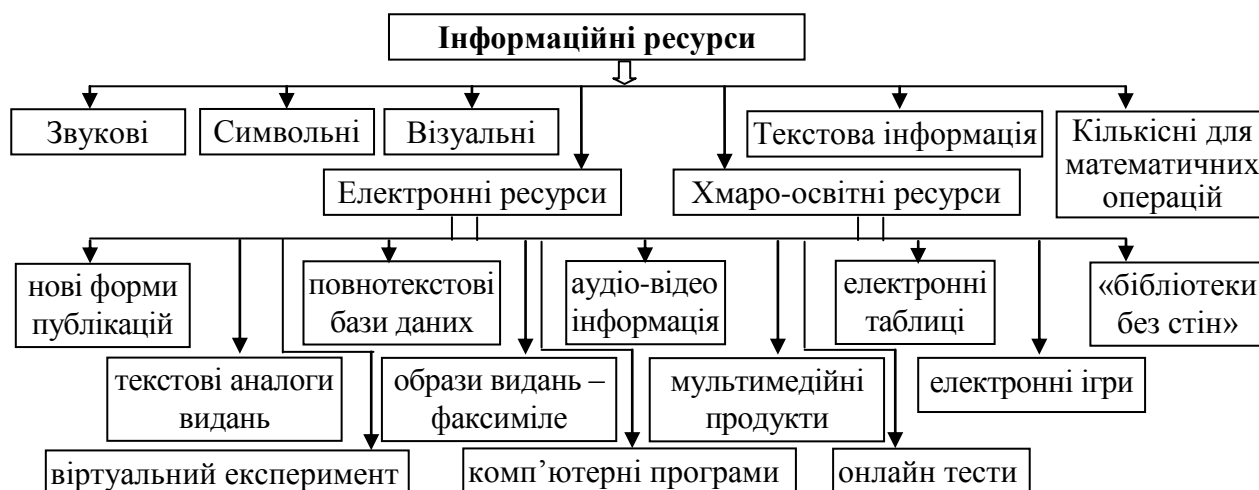


Рис. А.2.1. Типи ресурсів

Додаток А.3. Науково-інформаційні ресурси з ІЦТ, ІКТ і ІЦК

Таблиця А.3.1

Генезис досліджень вітчизняними вченими питань інформаційної, ІК, цифрової та ІЦ компетентностей та технологій (2015 – 2019 рр.)

Компетентності		
Інформатика, комп'ютерні технології	Інформаційно-комп'ютерні технології, комп'ютерно-зорієнтовані технології	ІЦТ, ІЦК, цифрові технології
1	2	3
2015: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/archive 2015 р., номери 1 – 6		
№ 1: О. Р. Горбач-Мошора; <i>1 стаття.</i> № 5: О. Ю. Буров; <i>1 стаття.</i>	№ 1: М. В. Головка; <i>1 стаття.</i> № 2: Т. М. Дегтяренко; І. І. Коновальчук; С. І. Нетьосов; <i>3 статті.</i> № 4: В. В. Осадчий, К. П. Осадча; О. В. Мерзлікін, П. В. Мерзлікін; <i>2 статті.</i> № 5: Н. В. Морзе, О. В. Веселовська; О. О. Гриценчук; <i>2 статті.</i>	№ 1: М. В. Хомутенко, М. І. Садовий, О. М. Трифонова; <i>1 стаття.</i>

Продовж. табл. А.3.1

1	2	3
	№ 6: О. Ф. Надтока, Т. С. Мартинюк; <i>1 стаття</i>	
2 статті, 2 автори	9 статей, 13 авторів	1 стаття, 3 автори
2016: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/archive 2016 р., номери 1 – 6		
№ 3: С. М. Амеліна, Р. О. Тарасенко; <i>1 стат.</i> № 2: О. Г. Кузьмінська, Т. В. Нанаєва; <i>1 стаття.</i> № 5: Є. Ф. Демида; <i>1 стаття.</i>	№ 2: О. В. Овчарук, Н. В. Сороко; І. О. Солошич, С. І. Почтовюк; Л. М. Дибкова; <i>3 статті.</i> № 4: Г. В. Скрипка; О. Ю. Усата; <i>2 статті.</i> № 5: О. С. Воронкін; <i>1 стаття.</i> № 6: Г. А. Дегтярьова; О. М. Спирін, О. А. Одуд; О. М. Спирін, Ю. Г. Носенко, А. В. Яцишин; <i>3 статті.</i>	№ 3: В. В. Ткачук; <i>1 стаття.</i> № 6: І. Д. Малицька; <i>1 стаття.</i>
1* – Зелінський С.С. Формування інформативної компетентності майбутніх інженерів в процесі професійної підготовки: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / ДВНЗ «Криворізький національний університет». Кривий Ріг, 2016. 260 с.		
1*: С. С. Зелінський; <i>1 стаття.</i>		
4 статті, 6 авторів	9 статей, 14 авторів	2 статті, 2 автори.
2017: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/archive 2017 р., номери 1 – 6		
№ 2: І. Ю. Шахіна; <i>1 стаття.</i> № 3: Н. О. Пономарьова; <i>1 стаття.</i> № 6: Т. Я. Вдовичин; <i>1 стаття.</i>	№ 3: Н. В. Морзе, О. П. Буйницька; О. Л. Дишко, Т. В. Зубехіна, Н. Б. Павлишина; С. В. Шийка; <i>3 статті.</i> № 4: Г. О. Васьківська, С. В. Косянчук, Г. М. Скиба; <i>1 стаття.</i> № 6: С. Д. Богусеєв, В. М. Молоканова; С. М. Лобода, С. М. Денисенко; М. Г. Єщенко; В. О. Корецька, С. О. Шлянчак; <i>4 статті.</i>	№ 5: А. Ю. Заболоцький; Л. Г. Гаврілова, Я. В. Топольник; <i>2 статті.</i>
1* – Тарасенко Р.О. Теоретичні і методичні засади формування інформаційної компетентності майбутніх перекладачів для аграрної галузі у вищих навчальних закладах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.04, 13.00.10. Київ, 2017. 40 с.		
1*: Р. О. Тарасенко; <i>1 стаття.</i>		
4 статті, 4 автори.	8 статей, 16 авторів.	2 статті, 3 автори.
2018: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/archive 2018 р., номери 1 – 6		
№ 1: В. М. Бойчук, В. О. Уманець; <i>1 стат.</i> № 3: Н. Е. Кунанець, Н. В. Назарук, Р. М. Небесний, В. В. Пасічник; О. В. Саган, С. М. Гаран; О. М. Ліба; <i>2 статті.</i> № 4: О. Г. Глазунова, Т. В. Волошина, Є. М. Стариченко; <i>1 стаття.</i> № 5: С. М. Амеліна, Р. О. Тарасенко; <i>1 стат.</i> № 6: С. М. Іванова <i>1 стаття.</i>	№ 1: С. Д. Бушуєв, М. І. Цюцюра; <i>1 стаття.</i> № 2: Р. В. Манн; <i>1 стаття.</i> № 3: А. М. Митко; <i>1 стаття.</i> № 4: О. С. Товканець; С. І. Семчук, С. М. Гаврилук, О. Г. Бутенко; Л. Г. Гаврілова, Я. В. Топольник, Л. О. Кухар, Л. А. Матвійчук; В. В. Балахтар; <i>4 статті.</i> № 5: С. І. Семчук, Н. І. Скрипнік, Б. І. Семчук; Т. В. Бондаренко; А. В. Баленд, О. І. Комарницька, І. Г. Блощинський, О. В. Діденко; О. М. Корець; Т. М. Махомета, Т. А. Вакалюк, І. М. Тягай; <i>5 статей.</i> № 6: С. Д. Бушуєв, Д. А. Бушуєв, Н. С. Бушуєва, Б. Ю. Козир; А. В. Троцько, Ю. М. Короткова; <i>2 статті.</i>	№ 3: О. О. Гриценчук, І. В. Іванюк, О. Є. Кравчина, І. Д. Малицька, О. В. Овчарук, Н. В. Сороко; <i>1 стаття.</i> № 6: Л. А. Карташова, Н. В. Бахмат, І. В. Пліш; <i>1 стаття.</i>
1* – Власенко К.В., Сітак І.В., Чумак О.О. Освітній сайт як засіб формування інформаційної компетентності студента. <i>Вісник Черкаського університету. Серія: педагогічні науки.</i> 2018. № 16. С. 3–16.		
2* – Європейський досвід розвитку цифрової компетентності вчителя в контексті сучасних освітніх реформ / О. О. Гриценчук, І. В. Іванюк, О. Є. Кравчина, І. Д. Малицька, О. В. Овчарук, Н. В. Сороко. <i>Інформаційні технології і засоби навчання.</i> 2018. № 3, т. 65. С. 316–336.		
3* – Мартинюк О.О. STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів. <i>Зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія педагогічна.</i> Кам'янець-Подільський, 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 18–22.		

Продовж. табл. А.3.1

1	2	3
4* – Формування цифрової компетентності майбутніх учителів математики: констатувальний етап / Романовський О.Г., Гриньова В.М., Жерновникова О.А., Штефан Л.А., Фазан В.В. <i>Інформаційні технології і засоби навчання</i> . 2018. Т. 65, № 3. С. 184–200.		
<p>1*: К. В. Власенко, І. В. Сігак, О. О. Чумак; <i>1 стаття.</i></p>		<p>2*: О. О. Гриценчук, І. В. Іванюк, О. Є. Кравчина, І. Д. Малицька, О. В. Овчарук, Н. В. Сороко; <i>1 стаття.</i> 3*: О. О. Мартинюк; <i>1 стаття.</i> 4*: О. Г. Романовський, В. М. Гриньова, О. А. Жерновникова, Л. А. Штефан, В. В. Фазан; <i>1 стаття.</i></p>
7 статей; 18 авторів	14 статей, 31 автор	5 статей, 21 автор
2019: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/archive 2019 р., номери 1 – 6		
<p>№ 2: В. М. Корягін, Н. В. Муқан, О. З. Блават, А. П. Джурило, О. М. Шпарик; С. Я. Білявець, О. В. Діденко, Д. А. Купрієнко, О. І. Москаленко, Ю. О. Сичевська; С. Ю. Ніколаєва, Т. І. Коваль; <i>4 статті.</i> № 3: Ю. Г. Стежко; Т. А. Вакалюк, О. В. Коротун, Д. С. Антонюк; А. С. Карпенко; <i>3 статті.</i> № 5: В. Ю. Биков, А. О. Білошицький, О. Ю. Кучанський, Ю. В. Андрюшко, О. В. Дегтяренко, С. В. Буднік; <i>1 стаття.</i></p>	<p>№ 1: М. О. Матвеева, В. М. Гриньова, О. Ю. Кузнєцова; А. А. Роляк; О. Г. Косенчук, Н. В. Бахман; Г. А. Назаренко, Т. К. Андрищенко; <i>4 статті.</i> № 2: С. Я. Білявець, О. В. Діденко, Д. А. Купрієнко, О. І. Москаленко, Ю. О. Сичевський; А. П. Джурило, О. М. Шпарик; А. В. Гривко, Ю. О. Жук; <i>3 статті.</i> № 3: В. М. Бойчук, Р. М. Горбатюк, С. Л. Кучер; О. А. Кучерук, С. О. Карман, О. В. Карман, Н. М. Віннікова; В. В. Ягунов, В. Ю. Кива; А. М. Коломієць, О. М. Паламарчук, Г. Б. Шульга, Л. І. Коломієць, І. М. Габа; О. Б. Моргулець, Т. М. Деркач; <i>5 статей.</i> № 4: О. Г. Колгатін, Л. С. Колгатіна; О. Р. Алексєєва, Л. Л. Бутенко, І. І. Курліщук, В. М. Швирка; О. М. Спирін, Т. А. Вакалюк; <i>3 статті.</i> № 5: Т. Ю. Гранчак; І. В. Кононенко, Г. В. Сушко; <i>2 статті.</i> № 6: І. В. Середа, Н. В. Савінова, Н. В. Стельмах, О. Г. Білюк; М. Ф. Бирка, А. В. Суценко, Т. О. Лукашів; Н. В. Сулаєва, Ю. Г. Носенко, В. О. Хрипун; <i>3 статті.</i></p>	<p>№ 1: Н. В. Морзе, В. П. Вембер, М. А. Гладун, В. В. Осадчий, І. М. Сердюк; <i>1 стаття.</i> № 2: В. Ю. Биков, О. Ю. Буров, Н. П. Дементієвська; <i>1 стаття.</i> № 4: І. В. Іванюк; М. І. Шерман, Я. Б. Самчинська; О. В. Резіна; <i>3 статті.</i> № 5: В. І. Луговий, І. Ю. Регайло, Н. В. Безнлюк, О. В. Безелюк; <i>1 стаття.</i></p>
8 статей, 23 авторів	20 статей, 54 автори	6 статей, 16 авторів

Додаток Б
Кваліфікаційні вимоги до випускників спеціальності
015 «Професійна освіта (Цифрові технології)»

Додаток Б.1. Аналіз компетенцій майбутніх фахівців, що проходять підготовку на сьомому та восьмому рівнях згідно Національної рамки кваліфікацій

Таблиця Б.1.1

Компетенції майбутніх фахівців, що проходять підготовку на сьомому та восьмому рівнях згідно Національної рамки кваліфікацій

Знання	Уміння	Комунікація	Автономність і відповідальність
1	2	3	4
<i>7 рівень – Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог</i>			
Спеціалізовані концептуальні знання, набуті у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи	розв'язання складних задач і проблем, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог	зрозуміле і недвозначне донесення власних висновків, а також знань та пояснень, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	прийняття рішень у складних і непередбачуваних умовах, що потребує застосування нових підходів та прогнозування
Критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	провадження дослідницької та/або інноваційної діяльності	використання іноземних мов у професійній діяльності	відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним

Продовж. табл. Б.1.1

1	2	3	4
<i>8 рівень – Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики</i>			
Найбільш передові концептуальні та методологічні знання в галузі науково-дослідної та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей	критичний аналіз, оцінка і синтез нових та складних ідей	спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в певній галузі наукової та/або професійної діяльності	ініціювання інноваційних комплексних проектів, лідерство та повна автономність під час їх реалізації
	розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язання значущих соціальних, наукових, культурних, етичних та інших проблем		соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися протягом життя, відповідальність за навчання інших

Додаток Б.2. Програми підготовки та вимоги до майбутніх фахівців ЦТ у ЗВО України

Таблиця Б.2.1

Стан підготовки майбутніх фахівців ЦТ у ЗВО України

№ з/п	Назва ЗВО	Програма підготовки та вимоги до майбутніх фахівців ЦТ
1	2	3
1	Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського	http://www.vspu.edu.ua/content/img/education/task.pdf
2	Луцький національний технічний університет	http://lutsk-ntu.com.ua/uk/specialnist-015-profesiyna-osvita-kompyuterni-tehnologiyi
3	Криворізький національний університет	http://www.knu.edu.ua/storage/files/shares/%D0%A1%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%83%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%96%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B8/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%80/pdf/015_TT.pdf http://www.knu.edu.ua/storage/files/shares/%D0%A1%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%83%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%96%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B8/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80/pdf/015_POKT.pdf
4	Житомирський державний університет імені Івана Франка	https://zu.edu.ua/doc/spec/015_Computer_Technology.pdf
5	Бердянський державний педагогічний університет	http://bdpu.org/wp-content/uploads/2018/11/015-%D0%9F%D0%9E-%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3_%D1%97.pdf
6	Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького	https://drive.google.com/file/d/1PaSn03QeBv19X11c4UP_ESGzTEq-QHDm/view https://drive.google.com/file/d/1_xbL__ndrTZeZT-AiDknCZRJZ_1eDtn4/view
7	Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка (м. Кропивницький)	https://phm.cuspu.edu.ua/vstup/spec/1340-spetsialnist-profesiina-osvita-komp-iuterni-tekhnohii.html https://owncloud.kspu.kr.ua/index.php/s/m2Yz10DV6gpid1h
8	Київський національний університет будівництва і архітектури	http://vstup.knuba.edu.ua/ukr/wp-content/uploads/2019/05/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%8F-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8-%D0%B1%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%80%D1%96%D0%B2-%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B5%D1%81%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0-%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B0-%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97-2019.pdf

Продовж. табл. Б.2.1

1	2	3
		http://vstup.knuba.edu.ua/ukr/wp-content/uploads/2019/02/015_%D0%9F%D0%9D%D0%9A_%D0%9C%D0%90%D0%93.pdf
9	Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова (м. Київ)	http://www.vstup.npu.edu.ua/uk-ua/napriamy-pidhotovky#profesiina-osvita-kompiuterni-tekhnohii
10	Національний університет «Львівська політехніка»	http://www.ipf.npu.edu.ua/kafedra-informatsiinykh-system-i-tekhnohii#навчальна-діяльність
11	Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)	http://start.nuwm.edu.ua/osvitni-prohramy/item/profesiina-osvita-kompiuterni-tekhnohii
12	Рівненський державний гуманітарний університет	http://rshu.edu.ua/images/osvitni_programi/osv_prog_bak_015_prof_osv_komp_teh_2016.pdf http://rshu.edu.ua/images/osvitni_programi/osv_prog_mag_015_prof_osv_komp_teh_2018.pdf
13	Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимир Гнатюка	http://tnpu.edu.ua/about/public_inform/akredytatsiia%20ta%20litsenzuvannia/Osvitnia_prohrama_015_Profesiina_osvita_(Kompiuterni_tekhnolohii)_bakalavr.pdf http://tnpu.edu.ua/about/public_inform/akredytatsiia%20ta%20litsenzuvannia/Osvitnia_prohrama_015_Profesiina_osvita_(Kompiuterni_tekhnolohii)_magistr.pdf
14	Українська інженерно-педагогічна академія (м. Харків)	http://uipa.edu.ua/ua/594-2011-12-03-20-35-32/osvitni-programi-2016/4358-2016-op-komteh-2 http://uipa.edu.ua/ua/594-2011-12-03-20-35-32/osvitni-programi-2016
15	Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут УПА (м. Бахмут)	http://www.nnppi.in.ua/index.php/abiturientu/perelik-spetsialnostej
16	Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини	https://udpu.edu.ua/documents/doc/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%96%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B8/%D0%A4%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%82%20%D1%96%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE-%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%80/%D0%91%D0%B5%D0%B7%20%D0%BD%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8_3.pdf https://udpu.edu.ua/documents/doc/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%96%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B8/%D0%A4%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B5%D1%82%20%D1%96%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE-%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80/%D0%91%D0%B5%D0%B7%20%D0%BD%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8_1.pdf

Додаток Б.3. Структура і зміст базових і професійних компонентів ЩК майбутніх фахівців ЦТ

Таблиця Б.3.1

Змістово-структурне наповнення базових і професійних компонентів ЩК майбутніх фахівців ЦТ

Шифр компонен- ту ЩК (рис. 4.2)	Дисципліни, що забезпечують його розвиток	
	Бакалаврський рівень	Магістерський рівень
1	2	3
Інтегральні компоненти		
ПК.1, ПК.2, ПК.3, ПК.4, ПК.5, ПК.6, ПК.7, ПК.8, ПК.9	<ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
Професійні фахові компоненти		
ПК.1	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
ПК.2	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання.
ПК.3	<ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.

Продовж. табл. Б.3.1

1	2	3
ПК.4	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
ПК.5	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Інформатика та обчислювальна техніка; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання.
ПК.6	<ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
ПК.7	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
ПК.8	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання;

Продовж. табл. Б.3.1

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні методи опису процесів.
ПК.9	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
ПК.10	<ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
ПК.11	<ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
ПК.12	<ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.

Продовж. табл. Б.3.1

1	2	3
	Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті.	
ПК.13	<ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.
Загальні компоненти		
ЗК.1, ЗК.2, ЗК.3, ЗК.4, ЗК.5, ЗК.6, ЗК.7, ЗК.8, ЗК.9, ЗК.10, ЗК.11, ЗК.12, ЗК.13	<ul style="list-style-type: none"> - Вища математика; - Стандартизація, метрологія та сертифікація; - Фізика (за професійним спрямуванням); - Інформатика та обчислювальна техніка; - Електротехніка та промислова електроніка; - Ремонт та модернізація ПК; - Практикум з обслуговування офісної техніки; - Історія науки і техніки / Історія видатних відкриттів / Історія техніки; - Машинознавство (за професійним спрямуванням); - Радіоелектроніка / Цифрова техніка / Основи автоматики; - Практикум з обчислювальної офісної техніки / Практикум на ЕОМ / Практикум з діагностики та ремонту ЕОМ; - Ергономіка ІТ / Ергономіка робочого місця / Ергономіка в освіті; - Автоматизовані системи організаційного управління. 	<ul style="list-style-type: none"> - Математичні, фізичні, інформаційні основи галузевого знання; - Математичні методи опису процесів.

Таблиця Б.3.2

Стан дослідження поняття ІК компетентності

Освітній напрям	Дослідники	Галузі
Природничо-математичний	Ю. О. Жук, А. М. Кух, Л. В. Краснова, О. М. Шуйцев, І. В. Коробова	Фізика
	М. Х. Прилуцький, О. В. Бесов, Л. О. Тверезовська	Математика
Інформаційно-комунікаційний	А. М. Зав'ялов, Г. І. Магукова, М. І. Жалдак, С. Г. Литвинова	ІТ технологія
	О. М. Спирін, Т. А. Гудкова, В. В. Котенко, В. В. Петрук, О. М. Кривонос	Інформатика
Гуманітарний	П. В. Сисоєв, Т. М. Гуріна, В. А. Федорчук, В. В. Недбай	Іноземна мова
	Н. В. Сороко, Г. А. Дегтярьова, А. Ф. Верлань	Українська мова
	Т. В. Бабенко	Історія
Інженерно-економічний	Н. Д. Овчиннікова, Є. О. Крайнова, В. С. Остапчук, Н. Л. Білик, О. Б. Шевчук, А. В. Хатько	Технічні дисципліни
	Н. В. Баловсяк, М. В. Вачевський, Л. М. Дибкова	Економіка
Управління, соціально-педагогічний	В. В. Павленко, С. Ю. Балакірова, І. К. Белолипецький	Управління
	Т. Б. Лупиніс, В. Н. Ковальчук, Л. С. Глебова, Л. Д. Ситникова, Л. Є. Петухова	Психологія, соціальна педагогіка
IV-й рівень акредитації	В. В. Зіброва, М. С. Головань, Л. Б. Карпова, І. І. Драч, Р. О. Тарасенко	Вища школа

Таблиця Б.3.3

Компоненти цифрової компетентності (Dig Comp 2.0)

№	Компоненти	Компоненти цифрової компетентності та їх опис
1	інформаційно цифрові дані	Досліджувати інформаційні потреби суб'єктів навчання, визначати джерела цифрової інформації, оцінювати інформацію та її зміст; мати банк джерел та їх зміст для зберігання, уміти використовувати цифрові дані, інформацію та контент у освітньому просторі
2	комунікація засобами співпраці	Визначати засоби цифрової взаємодії, спілкування за допомогою цифрових технологій, через навчання іноземним мовам розуміти культуру поколінь; брати участь у житті суспільства через публічні та приватні цифрові служби та громадянське співтовариство; для управління цифровою ідентифікацією та репутацією
3	цифровий контент	Поняття цифрового контенту, створення та його редагування; вдосконалення засобів інтеграції інформації, контент знань та його розуміння, авторські права та ліцензії
4	кібербезпека	Знання чинного законодавства, фізичні умови захисту інформації та пристроїв її зберігання, конфіденційність в цифрових середовищах; фізичне та психологічне здоров'я й цифровізація, Роль цифровізації для соціального добробуту та соціальної інтеграції; вплив розвитку цифрових технологій на навколишнє середовище та їхнє використання
5	способи розв'язання проблем	Залучення суб'єктів навчання до суспільно значимих проблем, уміння визнати глобалізовані проблеми та знати шляхи їх розв'язання, окреслювати проблемні ситуації в цифрових середовищах; використовувати цифрові інструменти для реалізації інноваційних процесів

Таблиця Б.3.4

Окреслення знань, умінь, здатностей і готовності магістрів

Уміння та навички	Здатність до	Готовність до
Знати іноземну мову для професійного забезпечення освітнього процесу	Аналізу методологічних основ професійної компетентності фахівців ЦТ	Постійного підвищення освітнього та науково-педагогічного рівня, реалізації особистісного потенціалу
Основ організації інноваційної діяльності	Управління інноваційною діяльністю в ході розвитку ІЦК	Долання психологічних бар'єрів необхідності навчатися впродовж усього життя
Формувати стратегічні і тактичні програми навчання ЦТ	Проектування інноваційної освітньої діяльності	Упровадження ІЦТ в освітній процес навчання ФТД
Визначати організаційно-педагогічні умови процесу оцифрування інформації	Розробки науково-методичного забезпечення розвитку ІЦК у навчанні ФТД	Вироблення викладацької та наукової освітньої траєкторії
Основ програмування, прикладних Web додатків	Практичного створення ІЗ розвитку ІЦК	Долати психологічні перешкоди
Аналізу різнорівневих освітніх та науково-дослідних проєктів	Розробляти освітньо-дослідницькі проєкти	Реалізації розробленого проєкту
Основи нечіткої логіки, генетичних алгоритмів, нейронних мереж	Створення експертних систем прийняття рішень з використанням інтелектуальних ІЦТ	Навчання впродовж життя
Аналізувати наявні проблеми автоматизації, робототехніки та мехатроніки	Створювати, використовувати автоматизовані системи	Оволодіють концептуальними основами автоматизації
Знати сучасні мобільні платформи	Застосування технологій мобільних додатків	Використовувати мобільні платформи у практичній діяльності
Володіти основами моделювання	Імплементатії компонентних моделей ІЗ	Оволодіння способами екстремального програмування
Знати сучасні архітектури мультимедійних обчислювальних систем	Оволодіння ІЦК в управлінні науково-дослідницькою роботою	Оволодіння новими знаннями

обробка інформації в публічному просторі																					
зберігання інформації в публічному просторі																					
обмін інформацією в публічному просторі																					
створення інформації в приватному спілкуванні																					
пошук інформації в приватному спілкуванні																					
обробка інформації в приватному спілкуванні																					
зберігання інформації в приватному спілкуванні																					
обмін інформацією в приватному спілкуванні																					

Додаток В.2. Результати анкетування для виявлення рівня сформованості ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ на першому курсі ЗВО

Таблиця В.2.1

Рівень сформованості ІЦК у майбутніх фахівців ЦТ (I курс)

№	Критерій сформованості ІЦК	Результати, %				
1.	Отримали загальну середню освіту у спеціалізованих (щодо використання ІКТ та ЦТ) ЗЗСО	0 %				
2.	Отримали загальну середню освіту у спеціалізованих (щодо використання ІКТ та ЦТ) класах	16,7 %				
3.	Участь у регіональних олімпіадах з інформатики	16,7 %				
4.	Участь в обласній олімпіаді з інформатики	0 %				
5.	МАНУ	0 %				
6.	Досвід користування комп'ютером	3 початкової		3 середньої		3і старшої
		33,4 %		100 %		100 %
7.	Досвід користування смартфоном чи інших гаджетом	3 початкової		3 середньої		3і старшої
		0 %		83,3 %		100 %
8.	Вільне володіння базовими комп'ютерними програмами	2-ма програмами	3-ма програмами	4-ма програмами	5-ма програмами	>5-ти програм
		100 %	83,3 %	83,3 %	66,6 %	66,6 %
9.	Досвід роботи з сучасними програмними додатками	2-ма програмами	3-ма програмами	4-ма програмами	5-ма програмами	>5-ти програм
		83,3 %	83,3 %	66,6 %	66,6 %	49,9 %
10.	Інформаційна грамотність	розуміють			не розуміють	
		16,7 %			83,3 %	
11.	Медіа- грамотність	розуміють			не розуміють	
		16,7 %			83,3 %	
12.	Обізнаність з основами програмування	83,3 %				
13.	Досвід роботи з базами даних	33,4 %				
14.	Дотримання безпеки в Інтернеті	16,7 %				
15.	Кібербезпека	розуміють			не розуміють	
		16,7 %			83,3 %	
16.	Етика роботи з інформацією	розуміють			не розуміють	
		16,7 %			83,3 %	
17.	Цікавить автор та розробник інформації при копіюванні її з Інтернет-ресурсів	16,7 %				
18.	Ставлять посилання при запозиченні інформації з різних джерел, зокрема й Інтернет ресурсів	50,1 %				
19.	Повага авторського права інших людей	100 %				
20.	Прояви алгоритмічного мислення при написанні реферату підготовці наукового проекту чи статті розв'язуванні прикладу чи задачі підготовці та виконанні фізичного досліду	66,6 %				
		16,7 %				
		83,3 %				
		33,4 %				

Таблиця В.2.2

Результати ранжування видів діяльності щодо використання ІКТ

Види діяльності	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
створення інформації на роботі	33,4%		16,7%	16,7%		16,7%						16,7%
пошук інформації на роботі		16,7%		16,7%					33,4%	16,7%	16,7%	
обробка інформації на роботі			16,7%	16,7%			16,7%	16,7%		16,7%	16,7%	
зберігання інформації на роботі			16,7%	16,7%		33,4%		16,7%	16,7%			
обмін інформацією на роботі			16,7%	16,7%		33,4%		16,7%	16,7%			
створення інформації в публічному просторі				33,4%	33,4%					33,4%		
пошук інформації в публічному просторі					33,4%					16,7%	50,1%	
обробка інформації в публічному просторі					33,4%		33,4%	16,7%				16,7%
зберігання інформації в публічному просторі					33,4%			16,7%	16,7%			33,4%
обмін інформацією в публічному просторі					33,4%			16,7%	16,7%			33,4%
створення інформації в приватному спілкуванні		16,7%	16,7%		16,7%	28,6%		16,7%				
пошук інформації в приватному спілкуванні		16,7%	16,7%		16,7%	16,7%				16,7%	16,7%	
обробка інформації в приватному спілкуванні		16,7%		16,7%	16,7%	16,7%					16,7%	16,7%
зберігання інформації в приватному спілкуванні		16,7%	16,7%		16,7%			16,7%		16,7%		16,7%
обмін інформацією в приватному спілкуванні		16,7%	16,7%		16,7%			16,7%		16,7%		16,7%

Додаток В.3. Результати констатувального експерименту

Таблиця В.3.1

Результати за процесуально-мотиваційним компонентом

№ з/п	Показники за процесуально-мотиваційним компонентом	n_k	$K_k, \%$
1	2	3	4
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ			
1	Потреба у реалізації ІКТ	137	36,24
2	Потреба у реалізації ІЦТ	95	25,13
3	Усвідомлення необхідності поглиблення знань з розвитку ІЦК	156	41,27
4	Потреба в комп'ютерно-орієнтованій освітній діяльності	186	49,21
5	Готовність розвивати свої здібності у галузі ІЦК	132	34,92
6	Зацікавленість у професійній діяльності з комп'ютерних технологій	134	35,45
7	В чому полягає зацікавленість у навчанні ФТД	68	17,99
8	Роль ергономізації у розвитку ІЦК	74	19,58
9	Формування культури наукового спілкування та плагіат	98	25,93
10	Бачення перспектив у професійній діяльності фахівця ІЦТ	148	39,15
	<i>Всього за початковим рівнем</i>	1228	32,48

Продовж. табл. В.3.1

1	2	3	4
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ			
1	Мотивація професійного самовизначення та професійної спрямованості з ЦК	92	24,34
2	Розвиток інтересу до розв'язання проблем ЦТ	119	31,48
3	Прагнення до самореалізації у цифровізації освітнього процесу з ФТД	138	36,51
4	Бажання розвивати свої інтелектуальні і творчі здібності через цифровізацію	184	48,68
5	Інтерес до розв'язання парадоксів у ЦТ	128	33,86
6	Інтерес до проблем програмування Arduino	56	14,81
7	Інтерес до створення моделей роботів	179	47,35
8	Спрямованість на оволодіння спеціальністю ЦТ	161	42,59
9	Розвиток самостійності у оволодінні ЦК	149	39,42
10	Ставлення до навчання ФТД студентів спеціальності ЦТ	124	32,80
	<i>Всього за середнім рівнем</i>	<i>1330</i>	<i>35,18</i>
ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ			
1	Зацікавленість у оволодінні ЦК	105	27,78
2	Усвідомлена потреба в освоєнні ЦТ	107	28,31
3	Прагнення до поглиблення і систематизації знань з ЦТ та ФТД для майбутньої професійної діяльності	72	19,05
4	Роль кібербезпеки у формуванні ЦК	63	16,67
5	Формування і розвиток ЦК як постійного самовдосконалення і озброєння суб'єктів навчання методикою розвитку	57	15,08
6	Рівень ефективності впливу розвитку ЦК на результати життєдіяльності, визначення життєвих настанов і орієнтирів майбутніх фахівців ЦТ	91	24,07
7	Набуття і вдосконалення комплексу духовних, професійних і загальнолюдських цінностей у навчанні ЦТ	102	26,98
8	Зацікавленість у розвитку пізнавальних, професійних мотивів та вплив їх на цілепокладання в процесі майбутньої професійної діяльності.	106	28,04
9	Постійно зростаючий інтерес до поглиблення наявних знань з ЦТ	86	22,75
10	Інтерес до процесу творчої діяльності зі створення мехатронних установок	82	21,69
11	Інтерес до пізнавально-дослідницької діяльності зі створення моделей автоматизації фізичних та технічних процесів	94	24,87
12	Співвідношення інтересу до ЦТ над інтересом до традиційності в освітньо-пізнавальній діяльності	115	30,42
13	Прагнення діяти соціально відповідально	59	15,61
14	Інтерес до самоосвіти та підвищення освітнього рівня з ЦТ	63	16,67
	<i>Всього за достатнім рівнем</i>	<i>1202</i>	<i>22,71</i>
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ			
1	Фанатичне ставлення студента до упровадження ЦТ у навчання ФТД в контексті підготовки до професійної діяльності	19	5,03
2	Професійні та творчі мотиви, що впливають на участь у олімпіадах, грантових конкурсах із ЦТ	16	4,23
3	Інтерес до процесу моделювання ЧПУ	78	20,63
4	Прагнення до оволодіння інноваційними методами освітньої діяльності в галузі ЦТ	57	15,08
5	Зацікавленість у пошуково-дослідницькій діяльності з перспективою до виконання дисертаційних та ін. проєктів	12	3,17
6	Прагнення працювати у міжнародному освітньому просторі	7	1,85
7	Постійний пошук нових підходів до проблеми моделювання автоматизованих систем	11	2,91
	<i>Всього за високим рівнем</i>	<i>200</i>	<i>7,56</i>
В ПІДСУМКУ		3960	25,55

Таблиця В.3.2

Результати за когнітивно-діяльнісним компонентом

№ з/п	Показники за когнітивно-діяльнісним компонентом	n_k	$K_3, \%$
1	2	3	4
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ			
1	Чи знайомі ви історією становлення ІКТ	157	41,53
2	Що таке аналогова та цифрова інформація	116	30,69
3	Що таке ІЦК	81	21,43
4	Здатність мотивувати суб'єктів навчання в русі до спільної мети	219	57,94
5	Уміння оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт з ЦТ	156	41,27
6	Поняття ІЦ середовища	153	40,48
7	Суть логічних інформаційних пристроїв в освітньому процесі ФТД	117	30,95
8	Поняття про 3D друк	159	42,06
9	Здатність діяти соціально відповідально та свідомо в ході розвитку ІЦК	125	33,07
10	Наскільки ви володієте методикою ЦТ	107	28,31
11	Засоби систем автоматизованого проектування та САД-забезпечення	103	27,25
12	Уміння розробляти рекламні матеріали з пропаганди ІЦТ	236	62,43
13	Сукупність фізичних знань з робототехніки, потрібних для професійної діяльності та життєдіяльності	117	30,95
<i>Всього за початковим рівнем</i>		1846	37,56
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ			
1	Виділити проблеми в освітній і виробничій галузях відповідно до спеціальності ЦТ	174	46,03
2	Здатність характеризувати умови і вимоги до оволодіння ІЦК	129	34,13
3	Поняття цифрових платформ, інформаційних платформ та технологій	121	32,01
4	Значення цифрової безпеки в інформаційних системах	128	33,86
5	Знання інформаційних технологій, їхніх можливостей для розв'язання задач з ФТД в освітньому процесі фахівців ЦТ	208	55,03
6	Хто з українських учених є основоположник робототехніки	105	27,78
7	Знання ХТ інформаційного забезпечення мехатронних систем	93	24,60
8	Здатність до розуміння тенденцій цифровізації в освіті	183	48,41
9	Уміння здійснювати експертизу мехатронних систем і робототехніки	79	20,90
10	Розвиток креативності мислення на заняттях з розвитку ІЦК у навчанні ФТД	169	44,71
<i>Всього за середнім рівнем</i>		1389	36,74
ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ			
1	Хто з фізиків – лауреатів Нобелівської премії пов'язаний з самоорганізуючими системами	67	17,72
2	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел	265	70,11
3	Здатність розробляти та управляти проектами з ЦТ	57	15,08
4	Здатність до розвитку ІЦК засобами самоосвіти та підвищення кваліфікації	92	24,34
5	Уміння упроваджувати цифрові інновації в ході навчання ФТД	59	15,61
6	Здатність використовувати електронне навчання та інтегрувати його в освітнє середовище	171	45,24
7	Здатність професійно програмувати процесори, зокрема Arduino	42	11,11
8	Де в Україні було сконструйовано першу ЕОМ та персональний комп'ютер «Пошук»	89	23,54
9	Здатність здійснювати інформаційне, методичне, матеріальне забезпечення розвитку ІЦК	67	26,72
<i>Всього за достатнім рівнем</i>		909	26,72
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ			
1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу в розвитку ІЦК	29	7,67

Продовж. табл. В.3.2

1	2	3	4
2	Здатність управляти стратегічним розвитком цифровізації ФТД в процесі здійснення професійної діяльності	17	4,50
3	Забезпечення організацію процесу навчання, що передбачає проведення досліджень з мехатроніки	38	10,05
4	Виконання теоретичних розрахунків механічних вузлів мехатронних засобів	19	5,03
5	Знання правил аналізу технологічних графів для мехатронних систем зі стабільним і моностабільним керуванням	44	11,64
6	Уміння одержати кінцевий результат та обробляти результати конструювання, виготовлення проекту, відтворення інформації у мехатронних системах і робототехніці	22	5,82
7	Виконання програмного забезпечення мехатронних засобів	23	6,08
	<i>Всього за високим рівнем</i>	192	7,26
	В ПІДСУМКУ	4336	29,41

Таблиця В.3.3

Результати за емоційно-оціночним компонентом

№ з/г	Показники за емоційно-оціночним компонентом	n_k	$K_3, \%$
1	2	3	4
	ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ		
1	Адекватна самооцінка своїх можливостей із застосування ЦК у професійній діяльності	154	38,89
2	Прояв власного «Я» до з'ясування позиції упровадження цифровізації	137	36,77
3	Прагнення до самоактуалізації у виготовлення програмного продукту	92	23,02
4	Рівень самоорганізації у оволодінні ЦТ	114	28,57
5	Намагання забезпечити саморозвиток у процесі оволодіння ЦК	139	37,83
6	Усвіломлення необхідності постійної роботи з набуття практичних навичок з ЦТ	191	49,21
7	Знання закономірностей самоаналізу і самооцінки для досягнення навчальних досягнень з ЦТ	167	43,39
8	Уміння визначати резерви подальшого зростання в ЦТ через навчання ФТД	134	33,60
9	Наявність власної позиції щодо застосування ЦТ у навчально-пізнавальній і професійній діяльності	228	58,99
10	Здатність адекватно оцінювати власні ЦК	105	29,10
11	Уміння регулювати свою діяльність у розвитку ЦК	134	35,19
12	Знання основ саморозвиваючих систем	106	27,51
	<i>Всього за початковим рівнем</i>	1701	37,50
	СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ		
1	Здатність адекватно розвивати ЦК в навчанні ФТД	107	28,84
2	Уміння визначати рівень власної компетентності з ЦК в навчанні ФТД	54	15,34
3	Спроможність регулювати свою освітню діяльність в галузі ЦТ	144	39,68
4	Оцінка результативності наукових центрів URAN та GLORIAD	36	8,47
5	Знання 10 найбільш видатних дослідників у галузі ЦТ	99	22,22
6	Рівень позитивного ставлення до цифровізації освіти у ЗВО	51	15,08
7	Соціально-адаптаційне сприйняття реформ в частині цифровізації	128	31,48
8	Засоби ефективного збагачення особистості у навчанні ЦТ	137	37,57
9	Форми і методи впливу на майбутнього фахівця у подоланні розриву оцифрований студент – неоцифрований викладач	106	25,66
10	Готовність до постійного навчання впродовж продуктивного життя	126	34,13
	<i>Всього за середнім рівнем</i>	988	26,13

Продовж. табл. В.3.3

1	2	3	4
ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ			
1	Розуміння сутності ключових та предметної компетентності з ЦТ у навчанні ФТД, як важливої професійної і соціальної цінності	72	25,93
2	Знання художніх творів з проблеми кібернетизації, автоматизації та роботизації	14	26,98
3	Уміння визначати власні резерви подальшого зростання в навчанні ФТД через цифровізацію освітнього процесу	48	24,07
4	Здатність до рефлексії в навчальній діяльності залузі ЦТ	72	33,86
5	Здатність оцінювати рівень власної предметної компетентності з ЦТ, ФТД	29	24,34
6	Самооцінка своїх можливостей та уміння визначати невикористані резерви	95	24,60
7	Здатність адекватно орієнтуватися в інноваціях освіти з ЦТ для реалізації її впродовж життя	155	38,36
8	Наявність власного «Я» щодо прийнятих рішень у освітній діяльності	76	21,43
9	Рівень переконаності у важливості ціннісної рефлексії	101	25,13
<i>Всього за достатнім рівнем</i>		662	19,46
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ			
1	Уміння долати труднощів у розвитку ІЦК у навчанні ФТД	59	16,14
2	Готовність брати відповідальність за прийняті рішення в навчанні	35	10,05
3	Готовність до проектної діяльності з робототехніки та мехатроніки	23	5,56
4	Розуміння предметної компетентності з ФТД як основи для розвитку ІЦК	48	11,11
5	Здатність до перспективного орієнтування в інноваціях освіти впродовж життя	13	4,50
6	Уміння добиватися постійного зростання у фаховій навчальній діяльності	58	16,14
7	Уміння визначати переваги та недоліки освітніх реформ в галузі розвитку ІЦК	32	7,67
<i>Всього за високим рівнем</i>		268	10,13
В ПІДСУМКУ		3562	24,54

Таблиця В.3.4

Результати за інноваційно-рефлексивним компонентом

№ з/п	Показники за інноваційно-рефлексивним компонентом	n_k	$K_k, \%$
1	2	3	4
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ			
1	Прагнення до успішного оволодіння фахової компетентності	106	28,04
2	Розуміння поняття розвитку як нового застосування науково-технічних знань, як засіб забезпечення ринкових успіхів	75	19,84
3	Прогрес як розуміння необхідності впровадження нових ідей, технологій	137	36,24
4	Рефлексія є реакцією суб'єктів навчання на зовнішні подразнення наукових відкриттів	86	22,75
5	Визначення рівня теоретичних розробок у педагогіці і пов'язаних з нею науках	107	28,31
6	Правила формування фахівця здатного впливати на власні життєві змісти і цінності	167	44,18
7	Усвідомлення особистісного потенціалу та самоусвідомлення, саморегуляцію, самоорганізацію активності суб'єкта навчання в оволодінні ІЦК	167	44,18
8	Уміння аналізувати рефлексивні механізми як автоматизовані функціональні системи	51	13,49
9	Визначення поняття рефлексія	49	12,96
10	Визначення поняття інновація	144	38,10
11	Наполегливість у досягненні цілей самоактуалізації та саморозвитку	118	31,22
12	Цілеспрямованість дій в освітньому середовищі в досягненні нового	172	45,50
<i>Всього за початковим рівнем</i>		1379	30,40

Продовж. табл. В.3.4

1	2	3	4
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ			
1	Роль цифрових інновацій на покращення якості знань	77	20,37
2	Розуміння інновації як ідеї, новітнього продукту в галузі техніки, технології, організації праці, управління	150	39,68
3	Розуміння розвитку як недостатньо поширеного у суспільному виробництві нововведення	184	48,68
4	Цілеспрямованість цифрового освітнього середовища для досягнення позитивного результату у навчанні	96	25,40
5	Роль настирливості та володіння собою в ситуаціях освітньої невизначеності	111	29,37
6	Наполегливість у досягненні поставленої мети в навчанні ФТД	119	31,48
7	Упевненість у правильності вибору ІЦТ для успішної реалізації способів діяльності	180	47,62
8	Прагнення до самовдосконалення через упровадження робототехніки та мехатроніки	153	40,48
9	Здатність адекватно орієнтуватися в інноваціях освіти для реалізації її впродовж життя	146	38,62
<i>Всього за середнім рівнем</i>		1216	35,74
ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ			
1	Розуміння інноваційного потенціалу, як здатність робити наукомістку продукцію, що відповідає вимогам світового ринку	103	27,25
2	Принциповість в розробленні та здійсненні ефективних дослідницьких проєктів	63	16,67
3	Розуміння інновації у сферах наукової та соціальної діяльності, що ґрунтується на використанні досягнень науки і передового досвіду	87	23,02
4	Переконання, що інновації забезпечують підвищення ефективності та отримання конкурентних переваг фахівця ІЦТ	137	36,24
5	Результативність системної діяльності, спрямованої на реалізацію досягнень науково-технічного прогресу	95	25,13
6	ІЦТ як форма керованого розвитку складних систем	100	26,46
7	Наполегливість у досягненні цілей самоактуалізації та саморозвитку засобами ІЦТ	94	24,87
8	Здатність адекватно орієнтуватися в інноваціях освіти для реалізації її впродовж життя	87	23,02
9	Уміння регулювати свою навчальну діяльність і ставлення до неї	115	30,42
<i>Всього за достатнім рівнем</i>		881	25,89
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ			
1	Ініціативність, сміливість, принциповість в розробленні та здійсненні навчальних і дослідницьких проєктів	52	13,76
2	Вияв вольових зусиль у розв'язанні навчальних проблем до залученні суб'єктів навчання до досліджень	49	12,96
3	Впевненість у кінцевому результаті інноваційної діяльності засобами ІЦТ	23	6,08
4	Розуміння змісту предметної компетентності з ФТД як однієї з важливих професійних і соціальних цінностей	27	7,14
5	Адекватна самооцінка своїх можливостей у навчальній діяльності, наявність власної позиції щодо прийнятих рішень у навчальній діяльності	24	6,35
6	Розуміння кількісних та якісних змін у внутрішньому ІЦ середовищі	14	3,70
7	Здатність суб'єкта навчання створювати моделі, ідеалізації, гіпотези засобами ІЦТ	23	6,08
8	Механізм функціонування рівнів рефлексивної активності майбутніх фахівців ІЦТ	34	8,99
9	Переконання, що розвиток ІЦК забезпечує розвиток винахідництва, раціоналізації, появи великих відкриттів	38	10,05
<i>Всього за високим рівнем</i>		284	8,35
В ПІДСУМКУ		3760	25,51

Додаток В.4. Результати педагогічного експерименту

t – критерій Стьюдента, K_e – коефіцієнт засвоєння знань у ЕГ у відсотках, $P_{pe} \cdot 10^{-2}$ – допустима помилка в ЕГ, K_k – коефіцієнт засвоєння знань у КГ у відсотках, $P_{pk} \cdot 10^{-2}$ – допустима помилка у КГ, $P_{cp} \cdot 10^{-2}$ – середня допустима помилка

Таблиця В.4.1

Результати за процесуально-мотиваційним компонентом

№ з/п	Показники за процесуально-мотиваційним компонентом	t	n_k	n_e	$K_k, \%$	$K_e, \%$	P_{cp}	$P_{pk} \cdot 10^{-2}$	$P_{pe} \cdot 10^{-2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ									
1	Потреба у реалізації ІКТ	6,412297	141	229	37,30	59,95	3,53166	2,48740229	2,50708127
2	Потреба у реалізації ЦТ	13,210801	100	266	26,46	69,63	3,26842	2,26873984	2,35274451
3	Усвідомлення необхідності поглиблення знань з розвитку ІЦК	16,404414	146	336	38,62	87,96	3,00735	2,50427905	1,66515057
4	Потреба в комп'ютерно-орієнтованій освітній діяльності	5,4758233	190	265	50,26	69,37	3,48937	2,5716865	2,35841823
5	Готовність розвивати свої здібності у галузі ЦТ	20,421509	126	348	33,33	91,10	2,82869	2,42464322	1,4569144
6	Зацікавленість у професійній діяльності з ЦТ	16,330738	128	321	33,86	84,03	3,07206	2,43409368	1,87422786
7	У чому полягає зацікавленість у навчанні ФТД	8,46431	72	178	19,05	46,60	3,25475	2,01971114	2,55229013
8	Роль ергономізації у розвитку ІЦК	10,392635	68	197	17,99	51,57	3,23126	1,97559357	2,55695999
9	Формування культури наукового спілкування та плагіат	12,525414	104	263	27,51	68,85	3,30009	2,29696433	2,3694978
10	Бачення перспектив у професійній діяльності фахівця ЦТ	7,8425419	141	247	37,30	64,66	3,48842	2,48740229	2,44579648
<i>Всього за початковим рівнем</i>			<i>1216</i>	<i>2650</i>	<i>32,17</i>	<i>69,37</i>			
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ									
1	Мотивація професійного самовизначення та професійної спрямованості з ІЦК	8,6450482	96	209	25,40	54,71	3,39098	2,23883698	2,546837
2	Розвиток інтересу до розв'язання проблем ЦТ	5,963171	136	218	35,98	57,07	3,53658	2,46853584	2,53253308
3	Прагнення до самореалізації у цифровізації освітнього процесу з ФТД	11,214571	146	290	38,62	75,92	3,32531	2,50427905	2,18775089
4	Бажання розвивати свої інтелектуальні і творчі здібності через цифровізацію	9,162341	217	328	57,41	85,86	3,10581	2,543344	1,78253784
5	Інтерес до розв'язання парадоксів у ЦТ	6,5716806	139	229	36,77	59,95	3,52652	2,48009691	2,50708127
6	Інтерес до проблем програмування Arduino	16,564325	59	253	15,61	66,23	3,05608	1,8667392	2,4196919
7	Інтерес до створення моделей роботів	9,2132947	197	313	52,12	81,94	3,23671	2,56941764	1,96834703

Продовж. табл. В.4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Спрямованість на оволодіння спеціальністю ЦТ	10,155737	164	295	43,39	77,23	3,332	2,54912487	2,14573255
9	Розвиток самостійності у оволодінні ЦК	10,038052	152	283	40,21	74,08	3,37437	2,5219607	2,24189759
10	Ставлення до навчання ФТД спеціальності ЦТ	10,153566	141	274	37,30	71,73	3,39055	2,48740229	2,30405114
	<i>Всього за середнім рівнем</i>		1447	2692	38,28	70,47			
ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ									
1	Зацікавленість у оволодінні ЦК	14,659863	152	327	40,21	85,60	3,09624	2,5219607	1,79622268
2	Усвідомлена потреба в освоєнні ЦТ	10,876207	151	291	39,95	76,18	3,33121	2,51920612	2,17957665
3	Прагнення до поглиблення і систематизації знань з ЦТ та ФТД для майбутньої професійної діяльності	5,6476536	89	162	23,54	42,41	3,34004	2,18225866	2,52856314
4	Роль кібербезпеки у формуванні ЦК	4,1861054	91	145	24,07	37,96	3,3167	2,1989935	2,4829223
5	Формування і розвиток ЦК як постійного самовдосконалення і озброєння суб'єктів навчання методикою розвитку	11,68052	75	221	19,84	57,85	3,25432	2,05122946	2,52646933
6	Рівень ефективності впливу розвитку ЦК на результати життєдіяльності, визначення життєвих настанов і орієнтирів майбутніх фахівців ЦТ	6,0960363	145	229	38,36	59,95	3,54129	2,50106087	2,50708127
7	Набуття і вдосконалення комплексу духовних, професійних і загальнолюдських цінностей у навчанні ЦТ	6,6152383	126	216	33,33	56,54	3,50874	2,42464322	2,53621388
8	Зацікавленість у розвитку пізнавальних, професійних мотивів та вплив їх на цілепокладання в процесі майбутньої професійної діяльності	10,330353	140	275	37,04	71,99	3,38348	2,48378956	2,29754058
9	Постійно зростаючий інтерес до поглиблення наявних знань з ЦТ	5,1612831	116	186	30,69	48,69	3,48814	2,37214887	2,55734584
10	Інтерес до процесу творчої діяльності зі створення мехатронних установок	11,520884	103	251	27,25	65,71	3,33812	2,2900621	2,42872008
11	Інтерес до пізнавально-дослідницької діяльності зі створення моделей автоматизації фізичних та технічних процесів	8,699342	107	222	28,31	58,12	3,4265	2,31706829	2,52430271
12	Співвідношення інтересу до ЦТ над інтересом до традиційності в освітньо-пізнавальній діяльності	4,3635277	143	204	37,83	53,40	3,56878	2,49438939	2,55229013
13	Прагнення діяти соціально відповідально	9,459388	54	167	14,29	43,72	3,11136	1,79983082	2,53794626
14	Інтерес до самоосвіти та підвищення освітнього рівня з ЦТ	8,3166475	97	206	25,66	53,93	3,39864	2,24647364	2,55032131

Продовж. табл. В.4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<i>Всього за достатнім рівнем</i>		1589	3102	30,02	58,00			
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ									
1	Фанатичне ставлення студента до упровадження ЦТ у навчання ФТД в контексті підготовки до професійної діяльності	7,7823483	24	101	6,35	26,44	2,58156	1,25420796	2,25641409
2	Професійні та творчі мотиви, що впливають на участь у олімпіадах, грантових конкурсах із ЦТ	5,3342	14	56	3,70	14,66	2,05391	0,97135283	1,80970493
3	Інтерес до процесу моделювання ЧПУ	3,2775222	63	142	26,19	37,17	3,35079	2,26142401	2,47260503
4	Прагнення до оволодіння інноваційними методами освітньої діяльності в галузі ЦТ	3,7911799	99	107	16,67	28,01	2,99216	1,91684878	2,29754058
5	Зацікавленість у пошуково-дослідницькій діяльності з перспективою до виконання дисертаційних та ін. проектів	6,3786577	15	69	3,97	18,06	2,20965	1,00406364	1,96834703
6	Прагнення працювати у міжнародному освітньому просторі	7,3109476	10	70	2,65	18,32	2,14461	0,82544133	1,97938955
7	Постійний пошук нових підходів до проблеми моделювання автоматизованих систем	8,2013065	16	92	4,23	24,08	2,42046	1,03556312	2,18775089
	<i>Всього за високим рівнем</i>		241	637	9,11	23,82			
	В ПІДСУМКУ		4493	9081	28,99	57,98			

Таблиця В.4.2

Результати за когнітивно-діяльнісним компонентом

№ з/п	Показники за когнітивно-діяльнісним компонентом	t	n_k	n_e	$K_k, \%$	$K_e, \%$	P_{cp}	$P_{pk} \cdot 10^{-2}$	$P_{pe} \cdot 10^{-2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ									
1	Чи знайомі ви історією становлення ІКТ	4,1084591	160	218	42,33	57,07	3,58772	2,54126841	2,53253308
2	Що таке аналогова та цифрова інформація	7,245435	124	222	32,80	58,12	3,49337	2,41484912	2,52430271
3	Що таке ІЦК	15,184332	78	262	20,63	68,59	3,15796	2,08147035	2,3749049
4	Здатність мотивувати суб'єктів навчання в русі до спільної мети	4,7846869	230	293	60,85	76,70	3,3137	2,51048179	2,1628867
5	Уміння оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт з ЦТ	8,2834479	169	279	44,71	73,04	3,41979	2,55728302	2,27052177
6	Поняття ІЦ середовища	6,0142646	149	232	39,42	60,73	3,54407	2,51346693	2,49858758
7	Суть логічних інформаційних пристроїв в освітньому процесі ФТД	12,22703	109	265	28,84	69,37	3,31526	2,3299773	2,35841823
8	Поняття про 3D друк	8,1885336	168	277	44,44	72,51	3,4278	2,55579837	2,2842282
9	Здатність діяти соціально відповідально та свідомо в ході розвитку ІЦК	7,6075195	134	237	35,45	62,04	3,49551	2,46042206	2,4829223
10	Наскільки ви володієте методикою ЦТ	14,857454	113	295	29,89	77,23	3,18567	2,35463968	2,14573255

Продовж. табл. В.4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	Засоби систем автоматизованого проектування та САД-забезпечення	17,692454	99	306	26,19	80,10	3,0473	2,26142401	2,04254891
12	Уміння розробляти рекламні матеріали з пропаганди ІЦТ	4,2017012	249	303	65,87	79,32	3,20022	2,4386913	2,07223887
13	Сукупність фізичних знань з робототехніки, потрібних для професійної діяльності та життєдіяльності	12,713066	121	282	32,01	73,82	3,28885	2,39950438	2,24920743
	<i>Всього за початковим рівнем</i>		<i>1903</i>	<i>3471</i>	<i>38,73</i>	<i>69,90</i>			
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ									
1	Виділити проблеми в освітній і виробничій галузях відповідно до спеціальності ЦТ	10,542364	187	318	49,47	83,25	3,20376	2,57157851	1,91077039
2	Здатність характеризувати умови і вимоги до оволодіння ІЦК	13,234106	136	301	35,98	78,80	3,23535	2,46853584	2,09136922
3	Поняття цифрових платформ, інформаційних платформ та ЦТ	18,375203	112	323	29,63	84,55	2,9891	2,34861662	1,84898004
4	Значення цифрової безпеки в інформаційних системах	5,6737264	132	210	34,92	54,97	3,53439	2,45197941	2,54553356
5	Знання ІТ, їхніх можливостей для розв'язання задач з ФТД в освітньому процесі фахівців ЦТ	7,2570763	237	325	62,70	85,08	3,0839	2,48740229	1,82298907
6	Хто з українських учених є основоположник робототехніки	15,151977	105	290	27,78	75,92	3,17704	2,30376552	2,18775089
7	Знання ХТ інформаційного забезпечення мехатронних систем	6,3317761	95	178	25,13	46,60	3,38998	2,23109119	2,55229013
8	Здатність до розуміння тенденцій цифровізації в освіті	8,5659508	171	284	45,24	74,35	3,39804	2,56003279	2,23448356
9	Уміння здійснювати експертизу мехатронних систем і робототехніки	5,9920513	76	151	20,11	39,53	3,24146	2,06144887	2,50149373
10	Розвиток креативності мислення на заняттях з розвитку ІЦК у навчанні ФТД	6,2187417	176	261	46,56	68,32	3,4997	2,56563174	2,38022435
	<i>Всього за середнім рівнем</i>		<i>1427</i>	<i>2641</i>	<i>37,75</i>	<i>69,14</i>			
ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ									
1	Хто з фізиків – лауреатів Нобелівської премії пов'язаний з самоорганізуючими системами	14,279448	87	263	23,02	68,85	3,20967	2,16505245	2,3694978
2	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел	10,884523	274	376	72,49	98,43	2,38343	2,29696433	0,63617193
3	Здатність розробляти та управляти проектами з ЦТ	9,9392552	63	185	16,67	48,43	3,19568	1,91684878	2,55695999
4	Здатність до розвитку ІЦК засобами самоосвіти та підвищення кваліфікації	8,3956937	97	207	25,66	54,19	3,39783	2,24647364	2,54923077
5	Уміння упроваджувати цифрові інновації в ході навчання ФТД	15,083518	54	232	14,29	60,73	3,07934	1,79983082	2,49858758
6	Здатність використовувати електронне навчання та інтегрувати його в освітнє середовище	7,7278197	176	279	46,56	73,04	3,42604	2,56563174	2,27052177

Продовж. табл. В.4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Здатність професійно програмувати процесори, зокрема Arduino	23,97133	48	298	12,70	78,01	2,72459	1,71253671	2,11910624
8	Де в Україні було сконструйовано першу ЕОМ та персональний комп'ютер «Пошук»	30,109237	91	368	24,07	96,34	2,39996	2,1989935	0,96137513
9	Здатність здійснювати інформаційне, методичне, матеріальне забезпечення розвитку ІЦК	16,055916	63	253	16,67	66,23	3,08694	1,91684878	2,4196919
<i>Всього за достатнім рівнем</i>			953	2461	28,01	71,58			
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ									
1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу в розвитку ІЦК	3,8849255	31	67	8,20	17,54	2,4037	1,41126277	1,94579747
2	Здатність управляти стратегічним розвитком цифровізації ФТД в процесі здійснення професійної діяльності	2,9607197	21	44	5,56	11,52	2,01396	1,17816483	1,63338907
3	Забезпечення організацію процесу навчання, що передбачає проведення досліджень з мехатроніки	8,9818997	36	135	9,52	35,34	2,87428	1,50982497	2,44579648
4	Виконання теоретичних розрахунків механічних вузлів мехатронних засобів	9,287283	22	116	5,82	30,37	2,64301	1,20420005	2,35274451
5	Знання правил аналізу технологічних графів для мехатронних систем зі стабільним і моностабільним керуванням	11,369252	41	172	10,85	45,03	3,00632	1,59944452	2,54553356
6	Уміння одержати кінцевий результат та обробляти результати конструювання, виготовлення проекту, відтворення інформації у мехатронних системах і робототехніці	6,9491394	21	86	5,56	22,51	2,44024	1,17816483	2,13697793
7	Виконання програмного забезпечення мехатронних засобів	5,6008875	25	77	6,61	20,16	2,41807	1,27826135	2,05258069
<i>Всього за високим рівнем</i>			197	697	7,45	26,07			
В ПІДСУМКУ			4480	9270	30,39	62,22			

Таблиця В.4.3

Результати за емоційно-оціночним компонентом

№ з/п	Показники за емоційно-оціночним компонентом	t	n_k	n_e	$K_k, \%$	$K_e, \%$	p_{cp}	$P_{pk} \cdot 10^{-2}$	$P_{pe} \cdot 10^{-2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ									
1	Адекватна самооцінка своїх можливостей із застосування ЦК у професійній діяльності	3,54118	147	197	38,89	51,57	3,58123	2,50742	2,55696
2	Прояв власного «Я» до з'ясування позиції упровадження цифровізації	6,42987	134	222	35,45	58,12	3,52502	2,46042	2,5243

Продовж. табл. В.4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Прагнення до самоактуалізації у виготовлення ПЗ	6,80182	88	176	23,28	46,07	3,351	2,17372	2,55032
4	Рівень самоорганізації у оволодінні ЦТ	7,10073	110	205	29,10	53,66	3,45942	2,33629	2,55134
5	Намагання забезпечити саморозвиток у процесі оволодіння ІЦК	7,76635	135	240	35,71	62,83	3,49108	2,46452	2,47261
6	Усвіломлення необхідності постійної роботи з набуття практичних навичок з ЦТ	8,00144	186	291	49,21	76,18	3,37085	2,5714	2,17958
7	Знання закономірностей самоаналізу і самооцінки для досягнення навчальних досягнень з ЦТ	7,3119	163	262	43,12	68,59	3,48264	2,54727	2,3749
8	Уміння визначати резерви подальшого зростання в ЦТ через навчання ФТД	6,67946	129	220	34,13	57,59	3,51295	2,43869	2,52856
9	Наявність власної позиції щодо застосування ЦТ у навчально-пізнавальній і професійній діяльності	4,99454	216	283	57,14	74,08	3,39189	2,54535	2,2419
10	Здатність адекватно оцінювати власні ІЦК	9,91485	99	228	26,19	59,69	3,37831	2,26142	2,50976
11	Уміння регулювати свою діяльність у розвитку ІЦК	10,3873	127	263	33,60	68,85	3,39361	2,42941	2,3695
12	Знання основ саморозвиваючих систем	7,71492	102	204	26,98	53,40	3,4244	2,28306	2,55229
	<i>Всього за початковим рівнем</i>		<i>1636</i>	<i>2791</i>	<i>36,07</i>	<i>60,89</i>			
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ									
1	Здатність адекватно розвивати ІЦК в навчанні ФТД	12,1272	112	267	29,63	69,90	3,32029	2,34862	2,34698
2	Уміння визначати рівень власної компетентності з ІЦК в навчанні ФТД	2,44746	58	85	15,34	22,25	2,82227	1,85375	2,1281
3	Спроможність регулювати свою освітню діяльність в галузі ЦТ	4,41395	154	216	40,74	56,54	3,58041	2,52724	2,53621
4	Оцінка результативності наукових центрів URAN та GLORIAD	11,6931	66	210	17,46	54,97	3,20817	1,95259	2,54553
5	Знання 10 найбільш видатних дослідників у галузі ЦТ	8,42325	102	213	26,98	55,76	3,41614	2,28306	2,5412
6	Рівень позитивного ставлення до цифровізації освіти у ЗВО	10,3409	49	171	12,96	44,76	3,07531	1,72766	2,54416
7	Соціально-адаптаційне сприйняття реформ в частині цифровізації	10,8544	134	275	35,45	71,99	3,36636	2,46042	2,29754
8	Засоби ефективного збагачення особистості у навчанні ЦТ	5,72043	141	220	37,30	57,59	3,54694	2,4874	2,52856
9	Форми і методи впливу на майбутнього фахівця у подоланні розриву оцифрований студент-неоцифрований викладач	7,79772	124	229	32,80	59,95	3,48094	2,41485	2,50708
10	Готовність до постійного навчання впродовж продуктивного життя	8,59377	128	243	33,86	63,61	3,46182	2,43409	2,46159
	<i>Всього за середнім рівнем</i>		<i>1068</i>	<i>2129</i>	<i>28,25</i>	<i>55,73</i>			

Продовж. табл. В.4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ									
1	Розуміння сутності ключових та предметної компетентності з ЦТ у навчанні ФТД, як важливої професійної і соціальної цінності	12,7207	82	241	21,69	63,09	3,25423	2,1199	2,46901
2	Знання художніх творів з проблеми кібернетизації, автоматизації та роботизації	6,75855	26	92	6,88	24,08	2,54573	1,30173	2,18775
3	Уміння визначати власні резерви подальшого зростання в навчанні ФТД через цифровізацію освітнього процесу	6,99838	44	122	11,64	31,94	2,90024	1,64954	2,38546
4	Здатність до рефлексії в навчальній діяльності залузі ЦТ	6,63158	79	163	20,90	42,67	3,28288	2,09128	2,53058
5	Здатність оцінювати рівень власної предметної компетентності з ЦТ, ФТД	7,25382	37	115	9,79	30,10	2,80078	1,52841	2,34698
6	Самооцінка своїх можливостей та уміння визначати невикористані резерви	11,0139	121	264	32,01	69,11	3,3684	2,3995	2,364
7	Здатність адекватно орієнтуватися в інноваціях освіти з ЦТ для реалізації її впродовж життя	9,20207	147	269	38,89	70,42	3,4264	2,50742	2,33518
8	Наявність власного «Я» щодо прийнятих рішень у освітній діяльності	4,29637	71	123	18,78	32,20	3,12261	2,00891	2,3906
9	Рівень переконаності у важливості ціннісної рефлексії	9,75873	108	236	28,57	61,78	3,40297	2,32357	2,48621
	<i>Всього за достатнім рівнем</i>		715	1625	21,02	47,27			
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ									
1	Уміння долати труднощів у розвитку ІЦК у навчанні ФТД	5,4599	56	119	14,81	31,15	2,99218	1,82719	2,3695
2	Готовність брати відповідальність за прийняті рішення в навчанні	5,69356	37	96	9,79	25,13	2,69472	1,52841	2,21934
3	Готовність до проектної діяльності з робототехніки та мехатроніки	5,38369	19	65	5,03	17,02	2,22696	1,12379	1,92261
4	Розуміння предметної компетентності з ФТД як основи для розвитку ІЦК	3,90653	42	82	11,11	21,47	2,65065	1,61643	2,10074
5	Здатність до перспективного орієнтування в інноваціях освіти впродовж життя	3,20742	16	39	4,23	10,21	1,86337	1,03556	1,54912
6	Уміння добиватися постійного зростання у фаховій навчальній діяльності	8,56002	64	169	16,93	44,24	3,19037	1,92893	2,5412
7	Уміння визначати переваги та недоліки освітніх реформ в галузі розвитку ІЦК	10,3071	37	153	9,79	40,05	2,93624	1,52841	2,50708
	<i>Всього за високим рівнем</i>		271	723	10,24	27,04			
В ПІДСУМКУ			3690	7268	25,69	50,07			

Таблиця В.4.4

Результати за інноваційно-рефлексивним компонентом

№ з/п	Показники за інноваційно-рефлексивним компонентом	t	n_k	n_e	$K_k, \%$	$K_e, \%$	P_{cp}	$P_{pk} \cdot 10^{-2}$	$P_{pe} \cdot 10^{-2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ									
1	Прагнення до успішного оволодіння фахової компетентності	11,4143	106	253	28,04	66,23	3,34562	2,31047	2,41969
2	Розуміння поняття розвитку як нового застосування науково-технічних знань, як засіб забезпечення ринкових успіхів	3,92307	75	123	19,84	32,20	3,15	2,05123	2,3906
3	Прогрес як розуміння необхідності впровадження нових ідей, технологій	9,43411	137	262	36,24	68,59	3,42831	2,47247	2,3749
4	Рефлексія є реакцією суб'єктів навчання на зовнішні подразнення наукових відкриттів	6,82999	86	174	22,75	45,55	3,33799	2,15627	2,54807
5	Визначення рівня теоретичних розробок у педагогіці і пов'язаних з нею науках	6,43689	107	193	28,31	50,52	3,45146	2,31707	2,55808
6	Правила формування фахівця здатного впливати на власні життєві змісти і цінності	7,16314	167	264	44,18	69,11	3,48032	2,55424	2,364
7	Усвідомлення особистісного потенціалу та самоусвідомлення, саморегуляцію, самоорганізацію активності суб'єкта навчання в оволодінні ІТК	6,42776	167	255	44,18	66,75	3,51196	2,55424	2,41033
8	Уміння аналізувати рефлексивні механізми як автоматизовані функціональні системи	11,7631	51	191	13,49	50,00	3,10359	1,7572	2,55822
9	Визначення поняття рефлексія	10,8307	49	177	12,96	46,34	3,08126	1,72766	2,55134
10	Визначення поняття інновація	8,17323	144	254	38,10	66,49	3,47438	2,49776	2,41505
11	Наполегливість у досягненні цілей самоактуалізації та саморозвитку	9,79285	118	247	31,22	64,66	3,41502	2,38336	2,4458
12	Цілеспрямованість дій в освітньому середовищі в досягненні нового	6,60874	172	262	45,50	68,59	3,49291	2,5613	2,3749
	<i>Всього за початковим рівнем</i>		1379	2655	30,40	57,92			
СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ									
1	Роль цифрових інновацій на покращення якості знань	7,50774	87	184	23,02	48,17	3,3501	2,16505	2,5565
2	Розуміння інновації як ідеї, новітнього продукту в галузі техніки, технології, організації праці, управління	9,50811	180	302	47,62	79,06	3,3065	2,56881	2,08187
3	Розуміння розвитку як недостатньо поширеного у суспільному виробництві нововведення	9,57142	204	322	53,97	84,29	3,16828	2,56361	1,86169
4	Цілеспрямованість цифрового освітнього середовища для досягнення позитивного результату у навчанні	8,94977	106	224	28,04	58,64	3,41868	2,31047	2,51975

Продовж. табл. В.4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Роль настирливості та володіння собою в ситуаціях освітньої невизначеності	9,25866	131	254	34,66	66,49	3,43852	2,44763	2,41505
6	Наполегливість у досягненні поставленої мети в навчанні ФТД	10,4169	139	275	36,77	71,99	3,38077	2,4801	2,29754
7	Упевненість у правильності вибору ЦТ для успішної реалізації способів діяльності	3,8933	210	264	55,56	69,11	3,48147	2,5558	2,364
8	Прагнення до самовдосконалення через упровадження робототехніки та мехатроніки	8,40566	173	284	45,77	74,35	3,39989	2,56249	2,23448
9	Здатність адекватно орієнтуватися в інноваціях освіти для реалізації її впродовж життя	4,18407	176	235	46,56	61,52	3,57487	2,56563	2,48942
	<i>Всього за середнім рівнем</i>		1406	2344	41,33	68,18			
ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ									
1	Розуміння інноваційного потенціалу, як здатність робити наукомістку продукцію, що відповідає вимогам світового ринку	11,2905	116	262	30,69	68,59	3,35667	2,37215	2,3749
2	Принциповість в розробленні та здійсненні ефективних дослідницьких проектів	6,08729	63	136	16,67	35,60	3,11065	1,91685	2,44986
3	Розуміння інновації у сферах наукової та соціальної діяльності, що ґрунтується на використанні досягнень науки і передового досвіду	7,38904	90	186	23,81	48,69	3,36736	2,19068	2,55735
4	Переконання, що інновації забезпечують підвищення ефективності та отримання конкурентних переваг фахівця ЦТ	1,22944	217	236	57,41	61,78	3,55666	2,54334	2,48621
5	Результативність системної діяльності, спрямованої на реалізацію досягнень НТП	6,46634	125	213	33,07	55,76	3,509	2,41979	2,5412
6	ЦТ як форма керованого розвитку складних систем	9,2876	118	241	31,22	63,09	3,43168	2,38336	2,46901
7	Наполегливість у досягненні цілей самоактуалізації та саморозвитку засобами ЦТ	6,49394	139	228	36,77	59,69	3,52843	2,4801	2,50976
8	Здатність адекватно орієнтуватися в інноваціях освіти для реалізації її впродовж життя	8,66915	139	255	36,77	66,75	3,45841	2,4801	2,41033
9	Уміння регулювати свою навчальну діяльність і ставлення до неї	6,10317	141	225	37,30	58,90	3,53897	2,4874	2,51736
	<i>Всього за достатнім рівнем</i>		1148	1982	33,74	57,65			
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ									
1	Ініціативність, сміливість, принциповість в розробленні та здійсненні навчальних і дослідницьких проектів	5,55949	52	115	13,76	30,10	2,94058	1,77163	2,34698

Продовж. табл. В.4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Вияв вольових зусиль у розв'язанні навчальних проблем до залученні суб'єктів навчання до досліджень	4,97034	64	123	16,93	32,20	3,07177	1,92893	2,3906
3	Впевненість у кінцевому результаті інноваційної діяльності засобами ІЦТ	6,9321	103	195	27,25	51,05	3,43308	2,29006	2,55766
4	Розуміння змісту предметної компетентності з ФТД як однієї з важливих професійних і соціальних цінностей	4,96852	27	73	7,14	19,11	2,40858	1,32464	2,01162
5	Адекватна самооцінка своїх можливостей у навчальній діяльності, наявність власної позиції щодо прийнятих рішень у навчальній діяльності	3,33467	20	46	5,29	12,04	2,02445	1,15138	1,66515
6	Розуміння кількісних та якісних змін у внутрішньому ІЦ середовищі	4,0038	14	43	3,70	11,26	1,88642	0,97135	1,61711
7	Здатність суб'єкта навчання створювати моделі, ідеалізації, гіпотези засобами ІЦТ	4,78982	23	65	6,08	17,02	2,28214	1,22953	1,92261
8	Механізм функціонування рівнів рефлексивної активності майбутніх фахівців ІЦТ	2,52975	34	57	8,99	14,92	2,34282	1,47157	1,82299
9	Переконання, що розвиток ІЦК забезпечує розвиток винахідництва, раціоналізації, появі великих відкриттів	3,30756	53	89	14,02	23,30	2,80487	1,78584	2,16289
	<i>Всього за високим рівнем</i>		390	806	11,46	23,44			
	В ПІДСУМКУ		4323	7787	29,32	52,27			

Таблиця В.4.5

Розподіл частоти повторень критерію Стьюдента

<i>За процесуально-мотиваційним компонентом</i>										
Визначений критерій Стьюдента	3	4	5	6	8	10	11	13	16	20
Частота повторень в обчисленнях	1	3	4	6	11	6	3	3	3	1
<i>За когнітивно-діяльнісним компонентом</i>										
Визначений критерій Стьюдента	3	4	6	7	8	9	10	12	15	>16
Частота повторень в обчисленнях	1	4	6	5	4	2	4	4	4	5
<i>За емоційно-оціночним компонентом</i>										
Визначений критерій Стьюдента	2,4	3	5	6	7	8	10	11	12	
Частота повторень в обчисленнях	1	4	4	5	7	6	7	2	2	
<i>За інноваційно-рефлексивним компонентом</i>										
Визначений критерій Стьюдента	1,2	3	4	5	6	7	8	9	11	
Частота повторень в обчисленнях	1	3	4	4	7	5	3	7	5	

Таблиця В.4.6

Результати педагогічного експерименту за частотами розподілу в КГ

Інтервал	Початковий		Середній		Достатній		Високий	
	<i>n</i>	<i>K</i>	<i>n</i>	<i>K</i>	<i>n</i>	<i>K</i>	<i>n</i>	<i>K</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
За процесуально-мотиваційним компонентом								
0 – 4							45	11,9
5 – 9							24	6,35
10 – 14							108	28,84
15 – 19	140	37,04	59	15,63	129	34,13	64	16,67
20 – 24					180	80,37		
25 – 29	204	53,98	96	25,4	423	111,41		
30 – 34								
35 – 39	682	180,41	564	148,67	705	186,51		
40 – 44			316	83,6	152	40,21		
45 – 49								
50 – 54	190	50,26						
Всього	1903		1427		953		241	
За когнітивно-діяльнісним компонентом								
0 – 4							42	7,12
5 – 9							83	20,95
10 – 14					102	26,99	72	24,02
15 – 19					126	33,34		
20 – 24	78	20,63	76	20,11				
25 – 29	321	84,92	200	55,91	197	25,66		
30 – 34	245	64,81						
35 – 39	283	74,87	580	143,09				
40 – 44	497	131,48						
45 – 49			334	98,71	176	46,56		
50 – 54								
55 – 59								
60 – 64	479	126,72	237	62,7				
65 – 69								
70 – 74					174	72,49		
Всього	1903		1427		953		174	
За емоційно-оціночний компонентом								
0 – 4							16	4,23
5 – 9					63	16,67	93	24,61
10 – 14			49	12,96	44	11,64	98	25,92
15 – 19			124	32,8	71	18,78	64	16,93
20 – 24	88	23,88			161	42,59		
25 – 29	311	82,27	214	56,61	108	28,57		
30 – 34	256	67,73	275	72,75	121	32,01		
35 – 39	416	110,05	252	66,66	147	38,89		
40 – 44	163	43,12	154	40,74				
45 – 49	186	42,21						
50 – 54								
55 – 59	216	49, 21						
Всього	1638		1068		715		271	

Продовж. табл. В.4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
45 – 49			178	46,6	185	48,43	135	45,03
50 – 54					207	54,19		
55 – 59	440	115,19	210	54,97				
60 – 64	469	122,79			232	60,73		
65 – 69	527	137,96	261	36,56	516	135,08		
70 – 74	838	216,37	284	74,85	279	73,04		
75 – 79	588	153,93	591	154,72	298	78,01		
80 – 84	609	159,42	318	83,25				
85 – 89			323	84,55				
90 – 94			325	84,08	368	96,34		
95 – 99					376	98,43		
Всього	3471		2641		2461			
За емоційно-оціночний компонентом								
0 – 4								
5 – 9								
10 – 14							39	10,21
15 – 19							65	17,02
20 – 24			85	22,25	92	24,08		
25 – 29					115	30,1	178	46,6
30 – 34					245	64,14	119	31,15
35 – 39							153	40,05
40 – 44			171	44,76	163	42,67	169	44,24
45 – 49	176	46,07						
50 – 54	606	158,63	210	54,97				
55 – 59	670	175,4	649	169,89				
60 – 64	240	62,8	472	123,56	477	124,87		
65 – 69	523	137,44	267	69,99	264	69,11		
70 – 74	283	74,08	275	71,9	269	70,42		
75 – 79	291	76,18						
Всього	2791		2129		1625		723	
За інноваційно-рефлексивним компонентом								
10 – 14							146	38,02
15 – 19							138,	36,13
20 – 24							89	23,3
25 – 29								
30 – 34	123	32,2					238	62,3
35 – 39					136	35,6		
40 – 44								
45 – 49	351	91,89	1184	48,17	136	48,64		
50 – 54	384	110,52					195	57,05
55 – 59			224	58,64	138	174,66		
60 – 64	247	64,66	235	61,52	705	184,8		
65 – 69	1286	336,65	518	135,6	517	135,34		
70 – 74	264	69,11	275	71,99				
75 – 79			284	74,38				
80 – 84			302	79,06				
85 – 89			322	80,29				
Всього	2655		2344		1982		806	

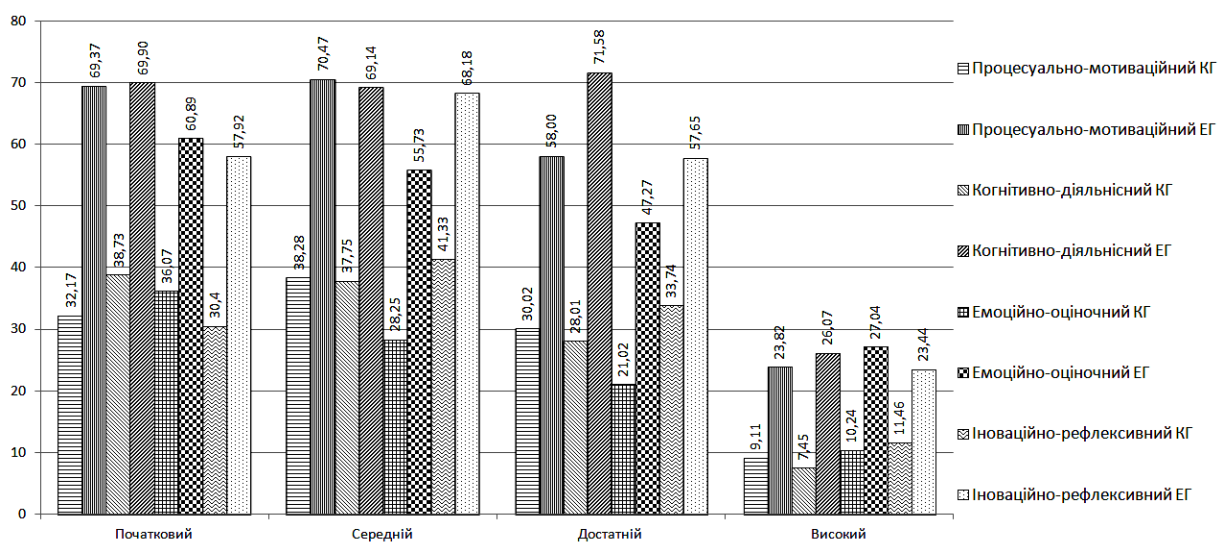


Рис. В.4.1. Узагальнені результати педагогічного експерименту

Додаток В.5. Результати експертного оцінювання

Додаток В.5.1. Анкета експерта

Шановний експерте!

Просимо дати відповідь на питання анкети, метою якої є з'ясування Вашої оцінки ефективності розробленої методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін. Ці дані будуть використані для подальшого вдосконалення системи підготовки студентів. Заздалегідь дякую за допомогу!

1. Назва установи _____
2. Прізвище, ім'я, по-батькові _____
3. Посада _____
4. Науковий ступінь, вчене звання _____
5. Науково-педагогічний стаж _____
6. Дата і місце проведення експертизи _____
7. Кількість публікацій з розглядуваної проблеми _____

1. Оцініть відносну значимість кожної з вимог до методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців цифрових технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін в балах від 0 до 100.

№ з/п	Вимога	Оцінка відносної значимості (в балах від 0 до 100)
1	Дидактична: принципи науковості, наочності, доступності, системності міцності засвоєння знань і дієвості результатів навчання	
2	Інформаційно-змістова	
3	Ергономічна	
4	Інноваційність цифровізації	

2. Підкресліть необхідні числові значення у шкалі оцінок джерел Вашої аргументації з даної проблеми.

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
	висока	середня	низька
Проведено теоретичний аналіз			
Практичний досвід			
Узагальнення вітчизняного досвіду			
Узагальнення закордонного досвіду			
Інтуїція			

3. Укажіть ступінь володіння проблемою дослідження за шкалою від 0 до 10: (не володію) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (добре обізнаний)

Ваш підпис

Дякуємо за участь в експертизі!

(Зворотний бік анкети)

Методична система розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД включає:

1. Модель методичної системи розвитку ІЦК майбутніх фахівців ЦТ у навчанні ФТД включає цільовий, теоретико-методологічний, стратегічно-нормативний, організаційно-змістовий, діагностичний та результативний компоненти (для бакалаврського рівня вищої освіти); теоретико-методологічний, концептуальний та моніторинговий (для магістерського рівня вищої освіти) блоки.

2. Методичне забезпечення у вигляді:

– навчально-методичних посібників:

- 1) Садовий М.І., Сергієнко В.П., **Трифенова О.М.**, Сліпухіна І.А., Войтович І.С. Методика і техніка експерименту з оптики: пос. для студ. фіз. спец. вищ. пед. навч. закл. та вчителів фізики. Луцьк: Волиньполіграф, 2011. 292 с. (*Гриф МОНУ: Лист МОН № 14/18-Г-990 від 21.06.2007*).
- 2) Подопрігора Н.В., **Трифенова О.М.**, Садовий М.І. Математичні методи фізики: навч. пос. 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*).
- 3) Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопрігора Н.В., **Трифенова О.М.** Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків: навч. пос. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів загальноосв. шк. Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.
- 4) Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навч. пос. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Вид. 2-ге, переробл. та доп. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 436 с.
- 5) Подопрігора Н.В., Садовий М.І., **Трифенова О.М.** Фізика твердого тіла: навч. пос. для студ. фіз. спец. пед. ун-тів. Вид. 2-ге. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2014. 413 с.
- 6) **Трифенова О.М.**, Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 120 с.
- 7) **Трифенова О.М.**, Садовий М.І. Наукова картина світу ХХІ століття: інтегративність природничих і технічних наук: навч. пос. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 332 с.;

– навчально-методичних комплексів з дисциплін: «Концепції сучасної наукової картини світу», Фізика (за професійним спрямування), «Основи автоматизації та робототехніки», «Мехатроніка» (для бакалаврського рівня вищої освіти), «Теорія самоорганізації в педагогічній освіті» (для магістерського рівня вищої освіти);

– комп'ютерних програм: «Карта ізотопів» та «Теорія Великого вибуху»;

– система демонстраційного експерименту з фізики і технічних дисциплін засобами цифровізації та ергономіки;

– інноваційно-цифровий компонент засобами робототехніки, мехатроніки і STEM.

Додаток В.5.2. Дослідження репрезентативності експертної групи

Таблиця В.5.2.1

Визначення показника репрезентативності експертної групи

№ експерта	наявність наукового ступеня, звання (компоненти додаються)				стаж роботи (обирається один потрібний компонент)			обґрунтування думки (обирається один потрібний компонент)				max показник експерта	K _{pi}
	канд.н.	доц.	докт.н.	проф.	до 20 рр.	до 30 рр.	понад 30 рр.	теор. аналіз	практ. досвід	узаг. досв.	інтив. уяв.		
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,8	0,8	0,6	0,4	0,2	2,4	
max	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	
1	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
2	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
3	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
4	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
5	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
6	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
7	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
8	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8			0,4		2	0,8333
9	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
10	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
11	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8			0,4		2	0,8333
12	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
13	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
14	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
15	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
16	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
17	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
18	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
19	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8			0,4		2	0,8333
20	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
21	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
22	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8	0,8				2,4	1
23	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
24	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
25	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
26	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
27	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
28	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
29	0,2	0,2	0,2	0,2			0,8		0,6			2,2	0,9167
30	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6			0,6			2	0,8333
31	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6			0,6			2	0,8333
32	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6			0,6			2	0,8333
33	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6				0,4		1,8	0,75
34	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6				0,4		1,8	0,75
35	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6		0,8				2,2	0,9167
36	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6		0,8				2,2	0,9167
37	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6		0,8				2,2	0,9167
38	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6		0,8				2,2	0,9167
39	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6			0,6			2	0,8333
40	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6			0,6			2	0,8333
41	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6				0,4		1,8	0,75
42	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6			0,6			2	0,8333

Продовж. табл. В.5.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
43	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6			0,6			2	0,8333
44	0,2	0,2	0,2	0,2		0,6			0,6			2	0,8333
45	0,2	0,2	0,2			0,6				0,4		1,6	0,6667
46	0,2	0,2	0,2			0,6		0,8				2	0,8333
47	0,2	0,2	0,2			0,6		0,8				2	0,8333
48	0,2	0,2	0,2			0,6		0,8				2	0,8333
49	0,2	0,2	0,2			0,6			0,6			1,8	0,75
50	0,2	0,2	0,2		0,5				0,6			1,7	0,7083
51	0,2	0,2	0,2		0,5			0,8				1,9	0,7917
52	0,2	0,2	0,2		0,5			0,8				1,9	0,7917
53	0,2	0,2			0,5			0,8				1,7	0,7083
54	0,2	0,2			0,5					0,4		1,3	0,5417
55	0,2	0,2			0,5						0,2	1,1	0,4583
$K_p=0,87$											Всього:		47,833

Додаток В.5.3. Експертні оцінки та їхні ранги

Таблиця В.5.3.1

Ранжування показників

№ експерта	Показники				Ранги			
	Дид.	Інф.-зм.	Ергон.	Іннов. ЦТ	R_1 (дид.)	R_2 (інф.-зм.)	R_3 (ергон)	R_4 (іннов. ЦТ)
1	80	100	60	95	2	4	1	3
2	90	85	65	85	4	2	1	2
3	85	95	70	100	2	3	1	4
4	90	90	100	85	2	2	4	1
5	75	100	80	90	1	4	2	3
6	80	85	85	90	1	2	2	4
7	100	80	80	100	3	1	1	3
8	95	75	100	85	3	1	4	2
9	80	90	85	95	1	3	2	4
10	70	100	70	90	1	4	1	3
11	75	95	75	90	1	4	1	3
12	95	80	80	90	4	1	1	3
13	100	90	85	80	4	3	2	1
14	80	95	90	100	1	3	2	4
15	95	100	95	85	2	4	2	1
16	85	90	75	80	3	4	1	2
17	80	95	100	85	1	3	4	2
18	70	85	80	90	1	3	2	4
19	100	95	70	95	4	2	1	2
20	85	95	75	90	2	4	1	3
21	95	90	80	100	3	2	1	4
22	90	85	80	95	3	2	1	4
23	70	90	85	95	1	3	2	4
24	85	80	75	90	3	2	1	4
25	80	100	85	90	1	4	2	3
26	90	75	70	80	4	2	1	3
27	95	70	75	100	3	1	2	4
28	85	80	75	100	3	2	1	4

Продовж. табл. В.5.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
29	70	80	75	90	1	3	2	4
30	95	90	85	80	4	3	2	1
31	90	95	80	85	3	4	1	2
32	100	90	100	95	3	1	3	2
33	95	85	80	90	4	2	1	3
34	90	80	75	100	3	2	1	4
35	75	90	85	95	1	3	2	4
36	100	95	80	90	4	3	1	2
37	90	85	75	80	4	3	1	2
38	90	80	75	85	4	2	1	3
39	95	75	80	100	3	1	2	4
40	85	100	80	95	2	4	1	3
41	85	95	80	90	2	4	1	3
42	90	85	75	100	3	2	1	4
43	100	90	85	80	4	3	2	1
44	95	80	85	90	4	1	2	3
45	75	90	85	95	1	3	2	4
46	80	85	75	100	2	3	1	4
47	90	95	80	85	3	4	1	2
48	90	95	85	100	2	3	1	4
49	100	85	80	90	4	2	1	3
50	85	90	80	95	2	3	1	4
51	75	85	80	90	1	3	2	4
52	70	90	75	100	1	3	2	4
53	100	90	80	95	4	2	1	3
54	85	95	75	90	2	4	1	3
55	70	85	75	90	1	3	2	4
Σ	4765	4870	4410	5025				

Додаток В.5.4. Стан впровадження дослідниками ІЦК та ІЦТ у своїй професійній діяльності

Таблиця В.5.4.1

Стан дослідження поняття інформаційно-цифрової компетентності

Освітній напрям	Дослідники	Галузі
Природничо-математичні	В. М. Стома	Фізика
	Оглядово	Математика
Інформаційно-комунікаційні	І. В. Іванюк	ІТ технологія
	Л. Б. Карпова, А. С. Сухіх	Інформатика
Гуманітарні	С. М. Прохорова	Іноземна мова
	М. Є. Андрос	Українська мова
Інженерно-економічні	Оглядово	Технічні дисципліни
	Л. В. Клоц, Н. А. Ковчин	Економіка
Управління, соціально-педагогічні	Оглядово	Управління
	Оглядово	Соціологія, педагогіка, психологія
Вища освіта	О. І. Миронова	Вища школа

Додаток Д

Зміст та структура інтегративних навчальних дисциплін

Додаток Д.1. Зміст робочої програми навчальної дисципліни «Концепції сучасної наукової картини світу»

Таблиця Д.1.1

Програма лекцій з курсу «Концепції сучасної наукової картини світу»

Тема лекції	План лекції
Вступ	Мета і завдання курсу. Предмет та об'єкт дослідження.
Тема 1. Характеристика наукового пізнання	Наука – частина культури. Формування критерію науковості. Структура сучасного наукового пізнання. Методи і прийоми природничо-наукових досліджень та роль в них ЦТ. Наукове відкриття і доведення. Експеримент – основа природознавства і НТП. Основні методи наукового дослідження. Роль природознавства у формуванні професійних знань майбутніх фахівців ЦТ. Поняття «наукова програма» і «наукова КС». Поняття «наукова парадигма» і «наукова революція». Оцінки наукових успіхів і досягнень в галузі ФТД. Сучасна науково-технічна революція: досягнення і проблеми.
Тема 2. Будова матеріального світу	Структурна будова матеріального світу. Коротка характеристика мікросвіту. Суперечності розвитку. Коротка характеристика макросвіту. Коротка характеристика мегасвіту. Концепції речовини і енергії, способи їх дослідження за допомогою ЦТ.
Тема 3. Природничо-наукові основи сучасних технологій, енергетики й екології.	Природничо-наукові аспекти сучасних технологій. Природничо-наукові проблеми сучасної енергетики. Альтернативні джерела енергії. Природничо-наукові аспекти екології. Гармонія природи та людини.
Тема 4. Наукова картина світу як цінність техногенної культури. Функції наукової картини світу в дослідницькому процесі.	Поняття НКС та її місце в системі знання з ФТД. Світогляд, філософія, НКС. Аналіз поняття «КС». Гносеологічні та методологічні проблеми фізичної КС. Еволюція НКС. Поняття НКС як засіб методологічного аналізу. КС в системі теоретичного і емпіричного знання. Функції НКС в дослідницькому процесі. НКС як дослідницька програма емпіричного пошуку. НКС і стратегії теоретичного дослідження. Системність функцій НКС.
Тема 5. Основні етапи становлення сучасної наукової картини світу.	Соціокультурні передумови формування механічної КС. Когнітивні чинники в динаміці НКС XVII – XVIII ст. Електромагнітна КС. КС в структурі дисциплінарно-організованої науки. Постнекласична наука: проблема розвитку СНКС. Цифровізація й її вплив на СНКС. Походження й еволюція Всесвіту.
Тема 6. Основні поняття концепції НКС	Сутність поняття концепція. Поняття НКС. Принципи побудови СНКС. Цифровізації, інформатизація, хмарні технології
Тема 7. Лінійність та нелінійність у теорії пізнання світу	Парадигма самоорганізації. Синергетика – новий науковий метод дослідження у пізнанні. Синергетичні закономірності у науковій картині світу. Особливості еволюції нерівноважних систем. Самоорганізація – джерело і основа еволюції. Самоорганізація в різних видах руху матерії та її еволюції. Концепції самоорганізації та моделювання процесів у складних системах.
Тема 8. Теорія будови Всесвіту та перспективи розвитку науки	Сучасні уявлення про будову Всесвіту. Сучасна наукова картина світу. Елементарні частинки. Сучасні уявлення про фізичний вакуум. Велике об'єднання. Суперсиметрія. Супергравітація. Суперструни. Сучасна космологія. Антропний принцип. Експериментальні можливості сучасних ФТД.

**Додаток Д.2. Зміст робочої програми навчальної дисципліни
«Синергетика у педагогічній освіті»**

Таблиця Д.2.1

Програма лекцій з курсу «Синергетика у педагогічній освіті»


Тема лекції	План лекції
Змістовий модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СИНЕРГЕТИКИ	
Тема 1. Поняття і предмет синергетики	Зародження фундаментальних основ синергетики та історико-генезисне їх становлення у ХХ – початку ХХІ століття. Термінологічний апарат синергетики. Онтологія синергетики: біфуркація, атрактори, ентропія, дисипативні структури, автопоезіс, фрактальна геометрія.
Тема 2. Синергетична модель розвитку освіти: філософський аспект	Актуальність синергетики як філософсько-освітньої парадигми. Філософсько-методологічні підвалини освітньої синергетики.
Тема 3. Синергетичні аспекти освіти: питання методології	Синергетика як інноваційна методологія педагогічної освіти. Синергетична парадигма освіти як фактор вдосконалення навчально-виховного процесу. Принципи синергетики. Гомеостатичність. Ієрархічність. Нелінійність. Відкритість. Нестійкість. Ціннісносинергетичний підхід як методологія дослідження проблеми виховання духовної культури майбутніх фахівців ЦТ у ЗВО.
Тема 4. Теоретичні та методичні основи розвитку системно-синергетичного підходу в педагогіці	Процеси самоорганізації в освітньому просторі України. Синергетичний підхід і системний аналіз в сучасній освіті. Синергетичні параметри педагогіки як детермінанти креативного навчання. Психосинергетика творчості. Застосування синергетичних закономірностей до активізації мислення обдарованої молоді.
Змістовий модуль 2. ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН У СВІТЛІ СИНЕРГЕТИКИ	
Тема 5. Прояв синергетики у природознавстві	Молекулярна фізика та термодинаміка. Синергетика як метод дослідження складних відкритих систем. Фізичний та динамічний хаос. Модель часової сітки як альтернатива лінійному розвитку подій. Прості моделі в складному світі як наслідок самоорганізації систем. Синергетичний підхід у навчанні будови речовини, енергії, теорії відносності. Синергетичний підхід як новий науковий метод у суспільній географії. Екологія та синергетичний підхід до проблем водогосподарського комплексу.
Тема 6. Еволюційно-синергетична КС.	Сучасна НКС. Етапи формування картини світу. Еволюційно-синергетична КС.
Тема 7. Теорія та методика навчання фахових дисциплін у світлі синергетики.	Ідеології синергетики до формування змісту неперервної природничо-наукової освіти. Зв'язок структури змісту сучасної природничо-наукової освіти з генезисом науки з точки зору синергетики. Особливості навчання фахових дисциплін на основі синергетичного підходу.
Тема 8. Синергетичний підхід у розвитку професійної майстерності сучасного інженера-педагога.	Синергетичні методи у фаховій підготовці майбутніх фахівців ЦТ. Самостійна робота в умовах синергетичного підходу.

**Додаток Д.3. Робоча програма навчальної дисципліни
«Мехатроніка»**

**Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка**

Кафедра теорії та методики технологічної підготовки,
охорони праці та безпеки життєдіяльності

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Ректор Центральноукраїнського
державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка
проф. Семенюк О.А.
« 28 » вересня 2018 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мехатроніка

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Спеціальність: 015 Професійна освіта
(Комп'ютерні технології)

Освітня програма: Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

*фізико-математичний факультет
денна та заочна форми навчання*

Робоча програма з дисципліни «Мехатроніка» для студентів галузі знань:
01 Освіта/Педагогіка, спеціальності: 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

Розробник: кандидат педагогічних наук, доцент Трифонова О.М.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри теорії та методики технологічної
підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності
Протокол від «31» серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки,
охорони праці та безпеки життєдіяльності



Садовий М.І.
(прізвище та ініціали)

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету

« 25 » вересня 20 18 року, протокол № 2

Голова Вченої ради факультету



Ріжняк Р.Я.
(прізвище, ініціали)



Додаток Д.4. Робоча програма навчальної дисципліни «Основи робототехніки»

Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

Кафедра теорії та методики технологічної підготовки,
охорони праці та безпеки життєдіяльності



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Центральноукраїнського
державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка

проф. Семенюк О.А.

« 26 » вересня 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи робототехніки

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Спеціальність: 015 Професійна освіта
(Комп'ютерні технології)

Освітня програма: Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

*фізико-математичний факультет
денна та заочна форми навчання*

Робоча програма з дисципліни «Основи робототехніки» для студентів галузі знань: 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності: 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

Розробник: кандидат педагогічних наук, доцент Трифонова О.М.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності
Протокол від «31» серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки,
охорони праці та безпеки життєдіяльності



Садовий М.І.
(прізвище та ініціали)

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету

« 25 » вересня 20 18 року, протокол № 2

Голова Вченої ради факультету



Ріжняк Р.Я.
(прізвище, ініціали)

М.П.

Додаток Д.5. Робоча програма навчальної дисципліни «Фізика (за професійним спрямуванням)»

**Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка**

Кафедра теорії та методики технологічної підготовки,
охорони праці та безпеки життєдіяльності



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Центральноукраїнського
державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка

проф. Семенюк О.А.

« 30 » вересня 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика (за професійним спрямуванням)

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Спеціальність: 015 Професійна освіта
(Комп'ютерні технології)

Освітня програма: Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

*фізико-математичний факультет
денна та заочна форми навчання*

Робоча програма з дисципліни «Фізика (за професійним спрямуванням)» для студентів галузі знань: 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності: 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

Розробник: кандидат педагогічних наук, доцент Трифонова О.М.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності
Протокол від «31» серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності



Садовий М.І.
(прізвище та ініціали)

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету

« 25 » вересня 20 18 року, протокол № 2

Голова Вченої ради факультету



Ріжняк Р.Я.
(прізвище, ініціали)

Додаток Д.6. Робоча програма навчальної дисципліни «Синергетика в педагогічній освіті»

**Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка**

Кафедра теорії та методики технологічної підготовки,
охорони праці та безпеки життєдіяльності



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Ректор Центральноукраїнського
державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка
проф. Семенюк О.А.
« 26 » *Вересня* 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Синергетика в педагогічній освіті

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Спеціальність: 015 Професійна освіта
(Комп'ютерні технології)

Освітня програма: Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

*фізико-математичний факультет
денна та заочна форми навчання*

Робоча програма з дисципліни «Синергетика в педагогічній освіті» для студентів галузі знань: 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності: 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

Розробник: кандидат педагогічних наук, доцент Трифонова О.М.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності
Протокол від «31» серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності



Садовий М.І.
(прізвище та ініціали)

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету

« 25 » вересня 20 18 року, протокол № 2

Голова Вченої ради факультету



Різняк Р.Я.
(прізвище, ініціали)

Додаток Д.7. Робоча програма навчальної дисципліни «Концепції сучасної наукової картини світу»

**Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка**

Кафедра теорії та методики технологічної підготовки,
охорони праці та безпеки життєдіяльності



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Центральноукраїнського
державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка

проф. Семенюк О.А.

« 26 » вересня 2018 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Концепції сучасної наукової картини світу

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Спеціальність: 015 Професійна освіта
(Комп'ютерні технології)

Освітня програма: Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

*фізико-математичний факультет
денна та заочна форми навчання*

Робоча програма з дисципліни «Концепції сучасної наукової картини світу» для студентів галузі знань: 01 Освіта/Педагогіка, спеціальності: 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології)

Розробник: кандидат педагогічних наук, доцент Трифонова О.М.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності
Протокол від «31» серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності



Садовий М.І.
(прізвище та ініціали)

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету

« 25 » вересня 20 18 року, протокол № 2

Голова Вченої ради факультету



Ріжняк Р.Я.
(прізвище, ініціали)



Додаток Д.8. Приклад лабораторної роботи з використанням програмного забезпечення LEGO MINDSTORMS Education EV3

Лабораторна робота: СИЛА ТЯЖІННЯ

Мета: перевірити дослідним шляхом закони вільного падіння, визначити чисельне значення прискорення вільного падіння.

Ресурсне оснащення робочого місця: базовий набір LEGO MINDSTORMS Education EV3, ПК, з'єднувальний шнур блоку EV3 з ПК або модуль Bluetooth, програмне забезпечення LEGO MINDSTORMS Education EV3.

Інформаційний ресурс: Трифонова О.М., Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навч.-метод. посібник. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 120 с.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Механічний рух – це зміна положення тіла відносно інших тіл (людина йде відносно Землі; рух рук відносно тулуба).

Для опису механічного руху треба зокрема знати темп руху. Він характеризується швидкістю. Середня швидкість є скалярною величиною і дорівнює відношенню пройденого шляху до часу: $v_{\text{сеп}} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$.

Зміна швидкості тіла, тобто поява прискорення, відбувається під дією оточуючих тіл на це тіло. Для характеристики цих взаємодій введено поняття сили. Сила – це фізична векторна величина, що є мірою дії на деяке тіло інших тіл (або полів), яка може викликати прискорення і деформацію тіла. Сила є повністю визначеною, якщо задано її модуль $|\vec{F}|$, точка прикладання, лінія дії, напрям дії.

Прилади для вимірювання сил називають динамометрами.

Закон, який характеризує сили притягання, вперше сформулював Ньютон в 1687 р. під час вивчення руху Місяця навколо Землі. Це закон всесвітнього тяжіння: будь-які дві матеріальні точки притягуються одна до одної із силою, прямо пропорційною добутку їх мас і обернено пропорційною квадрату відстані між ними: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, де m_1 і m_2 – маси матеріальних точок; r – відстань між ними; G – гравітаційна стала, що чисельно дорівнює силі, з якою притягуються два тіла масою по 1 кг кожне, знаходячись на відстані 1 м одне від одного. Гравітаційну сталу визначено експериментальним шляхом.

У СІ гравітаційна стала має значення $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н м²/кг². Отже, два тіла масою 1 кг кожне, що знаходяться одна від одної на відстані 1 м, взаємно притягуються гравітаційною силою, що дорівнює $6,67 \cdot 10^{-11}$ Н.

Силу, з якою тіло притягується до Землі під дією поля тяжіння Землі, називають силою тяжіння.

Якщо розмістити на висоті h над Землею, радіус якої R_3 і маса – M_3 , тіло масою m . Між тілом і Землею діє сила всесвітнього тяжіння: $F = G \frac{mM_3}{(R_3 + h)^2}$.

У цьому випадку F називається силою тяжіння – силою притягання тіла Землею. Ця сила надає тілу прискорення вільного падіння: $\vec{F} = m\vec{g}_0$.

Розрахунки показують: $g_0 \approx 9,8 \text{ м/с}^2$.

Кінематичні рівняння шляху та швидкості при вільному падінні набувають вигляду:

$$\begin{cases} h = v_0 t + \frac{gt^2}{2} \\ v = v_0 + gt \end{cases} \text{ . Якщо } v_0 = 0, \text{ то } \begin{cases} h = \frac{gt^2}{2} \\ v = gt \end{cases} \text{ .}$$

ХІД РОБОТИ

1. Ознайомтесь з будовою установки.

2. Підготуйте таблицю для записування результатів вимірювань і обчислень.

№ п/п	d , м	t , с	$t_{\text{сер}}$, с	v , м/с	g , м/с ²

3. Запустіть на виконання програмне забезпечення LEGO MINDSTORMS Education EV3.

4. У лобі оберіть «Навколишній світ», далі групу «Сила і рух» та запустіть на виконання роботу «Швидкість».

5. Побудуйте робота за запропонованою моделлю (рис. Д.8.1).

6. Включіть модуль EV3 та завантажте на нього програму.

7. Запустіть програму на виконання. Датчик дотику встановлений ззаду вежі для скидання. Він використовується для активації спускового механізму для скидання. Механізм закривається автоматично для наступного досвіду. На екрані модуля EV3 відображається час падіння.

8. Покладіть кульку в закритий потужний тримач-захоплення.

9. Для початку досвіду використовуйте вільний датчик дотику на вежі для скидання. Після натискання на датчик дотику кулька впаде вниз на інший датчик дотику, що знаходиться внизу вежі для скидання. Час падіння відобразиться на екрані.

10. Проведіть досвід не менше трьох разів.

11. Зафіксуйте отримані в дослідах числа і час падіння в таблиці.

12. Оскільки відомо відстань скидання d і час падіння t , розрахуйте середню швидкість падіння кульки. Занесіть результати до таблиці.

13. Розрахуйте прискорення вільного падіння (g), ґрунтуючись на величинах, виміряних у ваших дослідах.

14. Занесіть результати обчислень до таблиці.

15. Зробіть висновки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке середня швидкість? Як її визначають? 2. Як формулюють закон всесвітнього тяжіння? 3. Дайте визначення поняття сили. 4. Що називають силою тяжіння (гравітаційною силою). 5. Який вигляд має формула закону всесвітнього тяжіння? 6. Який фізичний зміст гравітаційної сталої? Яке її значення в СІ? 7. Який фізичний зміст прискорення вільного падіння?



Рис. Д.8.1. Модель експериментальної установки для дослідження сили тяжіння

Додаток Д.9. Приклад використання додатку на смартфон Quantum Physics

Додаток на смартфон Quantum Physics дає можливості для вивчення, наприклад, розділу «Електродинаміка». Це ПЗ дає можливість побудувати власні електричні мікросхеми та дослідити їхню роботу в режимі реального часу. Суб'єкти навчання мають змогу долучитися до виконання наукових експериментів. Також додаток забезпечує можливість реалізації демонстраційного експерименту. Для початку роботи з додатком, після завантаження необхідно відкрити його головне меню (рис. Д.9.1).

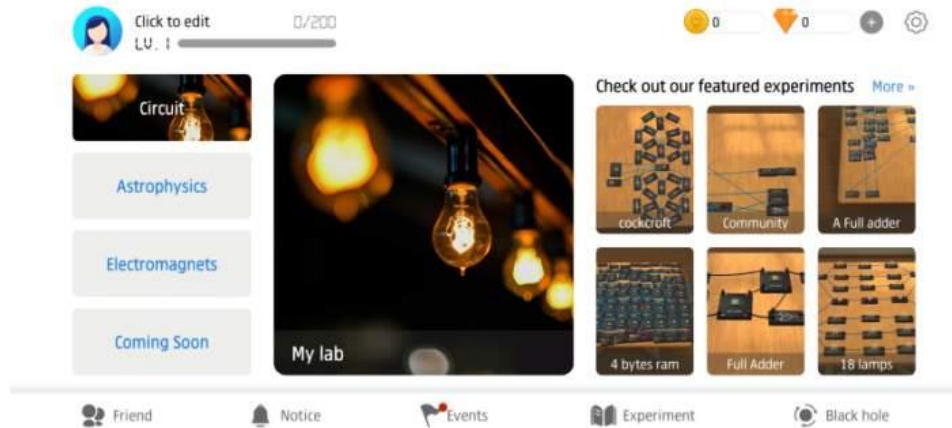


Рис. Д.9.1. Головне меню

Досліджуючи потенційні можливості додатку для використання в навчанні ФТД з'ясовано, що він містить:

- більше 50 компонентів елементів кіл;
- можливість їхнього перенесення з панелі інструментів на стіл і з'єднували в коло;
- усі результати експериментів підкріплюються теорією та точно обчислюються;
- наявні інструменти для конструювання власної галактики або завантаження Сонячної системи;
- електромагнітні експерименти підкріплюються візуалізацією ліній поля.

Процес створення електричного кола має простий *алгоритм*:

1. Натискаємо My lab (рис. Д.9.1)
2. Перед нами відкривається стіл з інструментами (рис. Д.9.2)

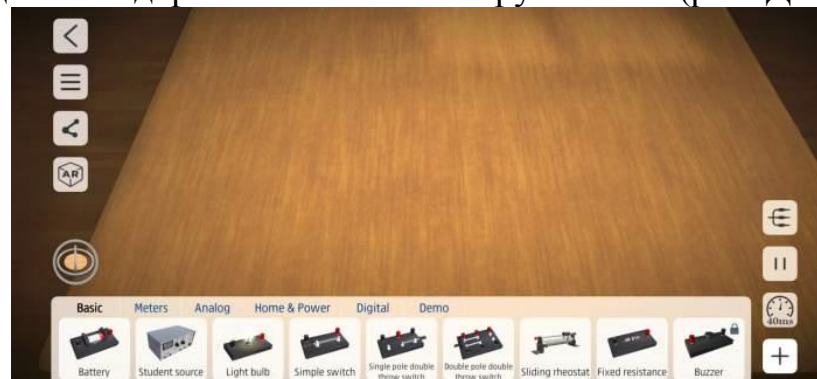


Рис. Д.9.2. Стіл інструментів

3. Обираємо потрібні інструменти (лампочку, амперметр, ключ та ін.) та складаємо коло (рис. Д.9.3).

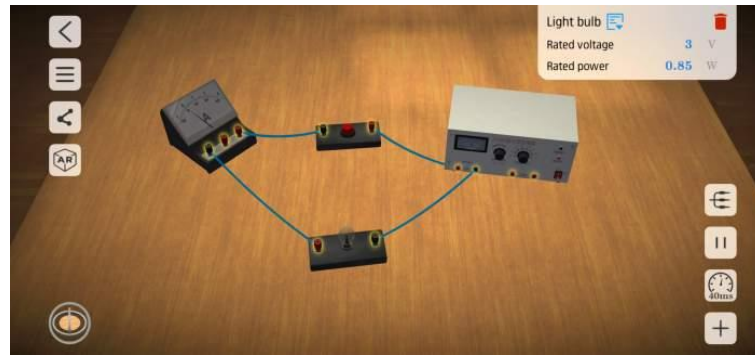


Рис. Д.9.3. Модель електричного кола

Додаток Д.10. Приклад використання сервісу Lecture Racing

Lecture Racing – це сервіс, що дозволяє викладачу проводити інтерактивні опитування в реальному часі. Завдяки швидкому оцінюванню і візуалізації результатів, викладач може оцінити під час заняття рівень всіх знань студентів щодо опанування навчального матеріалу.

Викладач задає питання про слайд на проекторі, а студенти відзначають свої відповіді на тому ж слайді на своїх пристроях. Потім викладач обводить правильні відповіді за допомогою свого планшета чи смартфона. Після цього додаток аналізує результати та створює рейтинг студентів, який можна перенести назад в проектор або на персональний пристрій.

Для роботи із даним сервісом знадобиться:

Для викладача:

- доступ до мережі Інтернет;
- презентація;
- смартфон (планшет) чи комп'ютер;
- встановлений на пристрій застосунок Lecture Racing.Teacher (рис. Д.10.1).

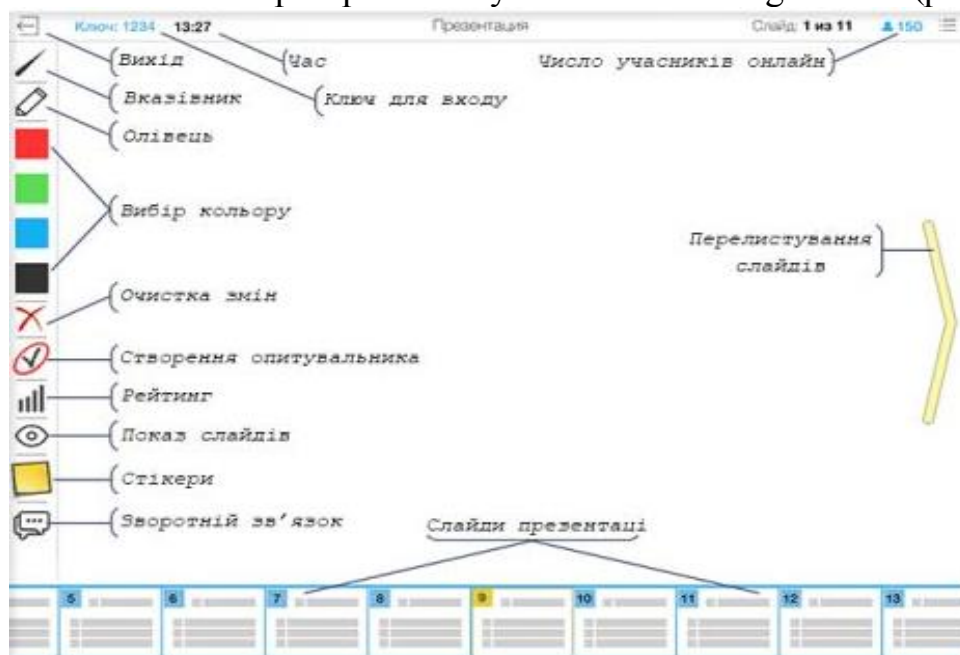


Рис. Д.10.1. Вікно програми Lecture Racing Teacher

Для студентів:

- доступ до мережі Інтернет;

- смартфон чи планшет;
- встановлений на пристрій застосунок Lecture Racing. Student.

Студенти та викладач можуть використовувати різні пристрої, включаючи планшети, смартфони, ноутбуки та ПК одночасно. Програма доступна для завантаження на пристрої в App Store, Google play Microsoft store.

Для роботи з Lecture racing також можна використовувати веб-сайт <http://lectureracing.com/>.

Алгоритм роботи з програмою виглядає таким чином:

1. Запуск програм викладачем та студентами (рис. Д.10.2).
2. Завантаження на сервер за допомогою застосунку або офіційного веб-сайту презентації (рис. Д.10.3). В разі завантаження презентації через застосунок викладачу відображається ключ для входу, який потрібно надати студентам. Якщо ж для завантаження презентації через веб-сайт ключ для входу повинен ввести також до власного застосунку.



Рис. Д.10.2. Запуск програм
[<http://lectureracing.com/?lang=ru>]



Рис. Д.10.3. Завантаження презентації
[<http://lectureracing.com/?lang=ru>]

3. Уведення ключа для входу студентами у програму (рис. Д.10.4).
4. Перегляд презентації.
5. Створення опитування викладачем (рис. Д.10.5).

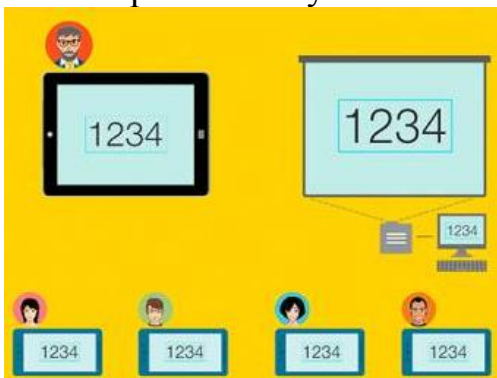


Рис. Д.10.4. Введення ключів для входу
[<http://lectureracing.com/?lang=ru>]

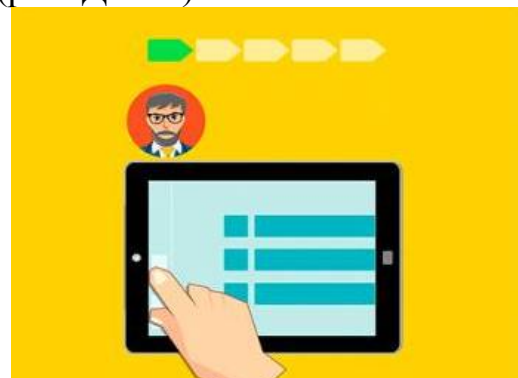


Рис. Д.10.5. Створення опитування
[<http://lectureracing.com/?lang=ru>]

6. Проведення опитування (рис. Д.10.6).
7. Перевірка відповідей. На цьому етапі викладач обводить вірні відповіді у вікні застосунку на власному пристрої (рис. Д.10.7).
8. Після завершення опитування рейтинг з'явиться на екрані пристроїв викладача та студентів (рис. Д.10.8).



Рис. Д.10.6. Проведення опитування
[<http://lectureracing.com/?lang=ru>]



Рис. Д.10.7. Перевірка опитування
[<http://lectureracing.com/?lang=ru>]

Слід відзначити, що для роботи з Lecture racing презентації повинні бути збережені в одному з наступних форматів: PPT, PPTX, PDF або JPG.

Для зручності у роботі в сервісі Lecture racing, щоб заздалегідь приготуватись до заняття викладач, має змогу завантажити його до системи за допомогою веб-сайту (рис. Д.10.9), отримати ключ для входу та записати його. Кожен отриманий ключ діє впродовж місяця. Після цього викладач на занятті, крім того повинен надати ключ для входу студентам та за допомогою нього авторизуватись у Lecture Racing. Teacher.

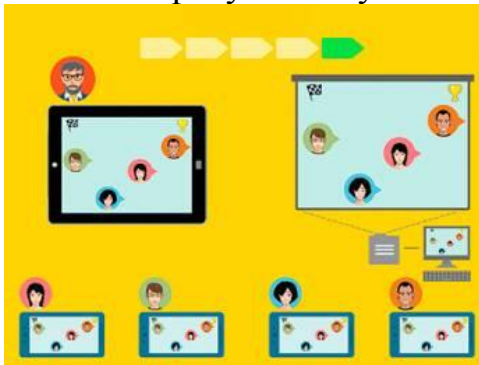


Рис. Д.10.8. Рейтинг
[<http://lectureracing.com/?lang=ru>]

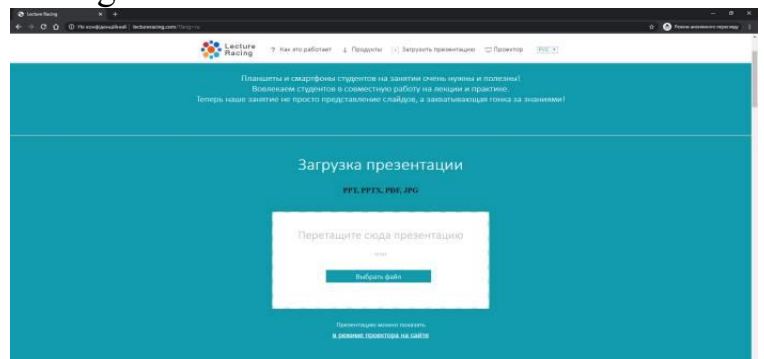


Рис. Д.10.9. Завантаження презентації за допомогою веб-сайту

За допомогою веб-сайту Lecture Racing зображення презентації зі смартфона чи планшета можна вивести на проектор, якщо ним обладнано кабінет. Для цього потрібно на веб-сайті Lecture Racing в розділі «Режим проектора» ввести ключ для входу та натиснути «Розпочати заняття» (рис. Д.10.10).

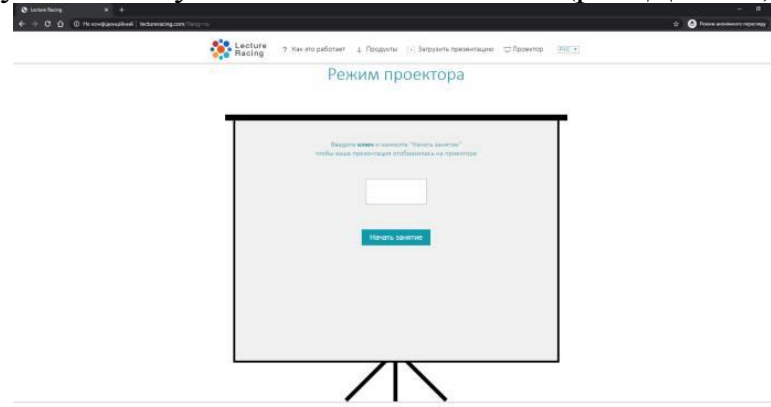


Рис. Д.10.10. Режим проектора

Додаток Д.11. Приклад лабораторної роботи з використанням апаратна обчислювальної платформи Arduino

Лабораторна робота: ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ОПОРУ МЕТАЛІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

Мета: перевірити дослідним шляхом залежність опору металів від температури.

Ресурсне оснащення робочого місця: датчик температури DS18B20 в захисному корпусі, апаратна обчислювальна платформа Arduino/DCCduino; ПЗ; склянка висока; штатив для фронтальних робіт; склянки з гарячою (50–60°C) і холодною водою; склянка з льодом або снігом.

Інформаційний ресурс: Соменко Д.В. Використання апаратно-обчислювальної платформи Arduino в навчальному процесі з фізики: посіб. для студ. фіз.-мат. фак-тів пед. унів-тів. Кіровоград : ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 88 с.

Величко С.П., Вовкотруб В.П., Слободяник О.В. Лабораторні роботи з шкільного курсу фізики та методики її викладання: метод. реком. для студ., вчит. і виклад. фізики. Кіровоград: РВВ КДПУ, 2009. Ч. IV. 32 с.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Температурний коефіцієнт опору провідника α визначається з відношення:

$$\alpha = (R_t - R_0) / (R_0 t)$$

де R_0 – опір провідника при температурі 0°C, R_t – опір провідника при температурі $t^0\text{C}$, t – температура провідника.

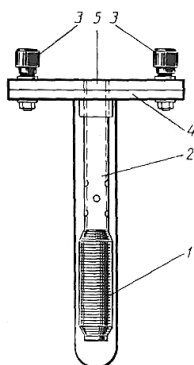


Рис. Д.11.1. Загальний вигляд установки для дослідження залежності опору металів і напівпровідників від температури

Прилад (рис. Д.11.1), який застосовують для визначення температурного коефіцієнта опору міді, складається з котушки 1. Котушка – це картонний каркас 2, на якому намотано мідний ізольований дріт. Кінці дроту виведені до затискачів 3, установлених на пластмасовій колодці 4. У цій самій колодці закріплено скляну пробірку, в яку вставлено каркас котушки. Зверху в колодці є отвір 5 для термометра, який вимірює температуру обмотки котушки. Вставляючи пробірку з котушкою в холодну і гарячу воду та вимірюючи опір котушки, можна обчислити температурний коефіцієнт опору міді.

В саморобному варіанті в ролі дротини на картонному каркасі використано котушку від електромагнітного реле, яку намотано тонким дротом. Опір котушки становить біля 1000 Ом. Котушку розміщено в циліндричному нагрівнику, роль якого виконує дротяний низькоомний резистор, що нагрівається при пропусканні ним електричного струму від

джерела живлення напругою 4 – 6 В. Виводи котушки і резистора встановлені на вставці для електродів, в якій для термометра зроблений отвір напроти отвору резистора. Таким чином, балон термометра і котушка розташовані всередині нагрівника (резистора) за однакової температури. Вставка встановлюється на склянці калориметра.

Для вимірювання опору за допомогою Arduino потрібен один резистор з відомим номіналом (1 КОм). Схема заснована на подільнику напруги, в якому один резистор є відомим, а опір іншого слід з'ясувати.

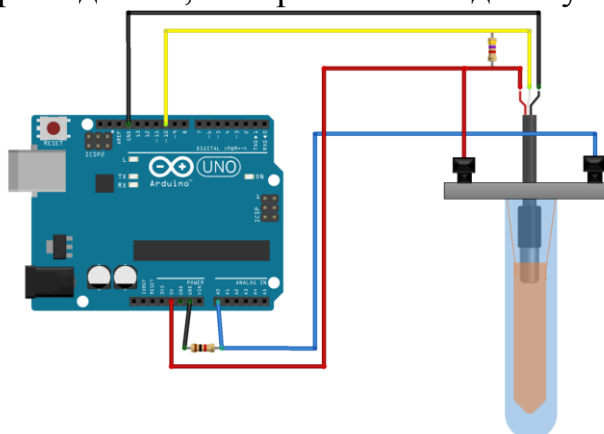


Рис. Д.11.2. Принципова схема установки для дослідження залежності опору металів від температури з використанням програмно-апаратної платформи Arduino

На апаратно-обчислювальній платформі Arduino слід запустити програму, яка буде обчислювати опір по закону Ома.

Скетч для застосування Arduino в якості омметра:

```
int analogPin= 0;
int raw= 0;
int Vin= 5;
float Vout= 0;
float R1= 1000;
float R2= 0;
float buffer= 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  raw= analogRead(analogPin);
  if(raw)
  {
    buffer= raw * Vin;
    Vout= (buffer)/1024.0;
    buffer= (Vin/Vout) -1;
    R2= R1 * buffer;
    Serial.print("Vout: ");
    Serial.println(Vout);
    Serial.print("R2: ");
    Serial.println(R2);
    delay(1000);
  }
}
```

Для отримання інформації з датчиків (термометр та подільник напруги), що від'єднуються до апаратно-обчислювальній платформі Arduino

використовується RS-232 (послідовне з'єднання), що реалізоване через USB інтерфейс. Для обробки результатів зручно використовувати макрос PLX-DAQ, що дозволяє в реальному часі зчитувати дані з COM-порту та передавати їх до електронних таблиць Microsoft Excel (рис. Д.11.3).

Використання електронних таблиць Microsoft Excel зумовлено можливістю легкого створення різних видів графіків і діаграм, які беруть дані для побудови з комірок таблиць. Microsoft Excel містить багато математичних і статистичних функцій, завдяки чому отримані результати можна адаптувати та використовувати для аналізу фізичних процесів. Ще одним суттєвим і вагомим приводом для вибору саме табличного процесора Microsoft Excel є те, що вивчення електронних таблиць включено до шкільного та вузівського навчальних планів з інформатики. Тобто передбачається вільне володіння базовими функціями цього програмного продукту користувачами та відсутність обмежень обробки результатів, що не дає можливість отримати навчальне ПЗ із закритим програмним кодом і наперед визначеним алгоритмом опрацювання даних.

ХІД РОБОТИ

1. Зберіть установку за рис. Д.11.1 спочатку без термометра.
2. Налийте в склянку води і охолодіть її за допомогою льоду до 0°C .
3. Закріпіть прилад у лапці штатива і, відпустивши затискач муфти, занурте пробірку з котушкою в склянку так, щоб котушка була у воді. У цьому положенні закріпіть прилад.
4. Помістіть термометр в отвір колодки і стежте за його показами в режимі Online.
5. Коли температура котушки знизиться до 0°C , зафіксуйте її опір R_0 , та внесіть його в відповідну клітинку електронної таблиці, що відповідає таблиці для записування результатів вимірювань і обчислень:

№ досліду	$t, ^{\circ}\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$\alpha, \text{град}^{-1}$	$\alpha_c, \text{град}^{-1}$

6. Вийміть термометр і закріпіть прилад на штативі так, щоб котушка була над водою.
7. Замініть холодну воду гарячою і знову занурте пробірку з котушкою в склянку.
8. Помістіть у пробірку термометр і стежте за зміною температури R_t , збережіть отримані дані. Дослід повторіть при інших температурах (змішуючи гарячу і холодну воду).
9. Використавши результати першого досліду (0°C і R_0) і серії наступних (t, R_t), автоматично обчисліть для кожного досліду значення температурного коефіцієнта опору міді, знайдіть його середнє значення.

	A	B	C	D	E
1	$t, ^{\circ}\text{C}$	$R_0, \text{Ом}$	$R, \text{Ом}$	$\alpha, \text{град}^{-1}$	$\alpha_c, \text{град}^{-1}$
2				$=(C2-B2)/B2*A2$	
3					

Рис. Д.11.3. Приклад опрацювання отриманих результатів вимірювань температури та опору в середовищі Microsoft Excel

10. Результати вимірювань і обчислень запишіть у таблицю.

11. Побудуйте в середовищі Microsoft Excel за отриманими даними графік залежності опору провідника від температури.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняття опору.
2. Що таке температурний коефіцієнт опору? Якими одиницями його вимірюють?
3. Як залежить опір провідника від температури?
4. Як цю залежність можна подати графічно?
5. Яка графічна залежність опору провідників від температури?

Додаток Д.12. Аналіз лабораторної роботи з використанням набору «РНУВЕ»

Лабораторна робота: ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ МЕТОДОМ ВІДРИВУ КІЛЬЦЯ

Мета: отримання експериментальних навичок із практичного визначення коефіцієнта поверхневого натягу води та інших рідин, їх розчинів і встановлення залежності коефіцієнта поверхневого натягу від концентрації розчинів та їх температури.

Ресурсне оснащення робочого місця: система «Кобра 3», система стрижень прямокутного перерізу довжиною 250 мм, датчик Ньютона, прямокутний затискач, кільце для визначення поверхневого натягу, скляна чашка Петрі діаметром 200 мм, тринога, лабораторна платформа розмірами 160×130 мм.

Інформаційний ресурс: Слюсаренко В.В., Садовий М.І. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з оптики, термодинаміки та атомної фізики із новітнім обладнанням «РНУВЕ»: посібн. для вчителів фізики, учнів шкіл, наук.-пед. прац. та студ. фіз.-мат. фак. вищ. пед. навч. закл. Кіровоград: ПП «Халецький», 2013. 44 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Дана робота з використанням ІЦТ має набагато більше розвиваючих і мотиваційних можливостей для майбутніх фахівців ЦТ (рис. Д.12.1). У цьому випадку має місце наочність явища та процесу, коли здійснюється аналіз стану та аналіз процесу прояву властивостей поверхневого стану, кількісні обрахунки при зміні параметрів та ін. Такі дослідження поряд з експериментаторським мають умоглядний характер. При вивченні теми у ЗВО виконується лабораторна робота з визначення коефіцієнта поверхневого натягу водної поверхні методом відриву кільця чи краплин. Досліджується статичний стан речовини. З використанням ІЦТ, за допомогою процесора «Кобра 3» (рис. Д.12.2) та датчиків на монітор комп'ютера виводяться відповідні графіки $F(t)$ та $\alpha(w, \ell)$: $F(t)$ – залежність сили поверхневого натягу від часу, $\alpha(w, \ell)$ – залежність коефіцієнту поверхневого натягу від енергії поверхні та довжини кільця. Дослід виконується з традиційним обладнанням фізичного кабінету. Є можливість дослідити не лише стан рідини, а й важливі динамічні характеристики процесу відриву кільця і встановити залежність сили поверхневого натягу від часу дії цієї сили, розглянути неперервний

процес, який переходить у дискретний (момент відриву кільця) на графіку (рис. Д.12.2). Суб'єкт навчання приступаючи до подальшого діалектичного аналізу графіка $F = f(t)$ виділяє кожен його частину й аналізує: чому так, а не інакше?



Рис. Д.12.1. Установка для дослідження процесу відривання кільця

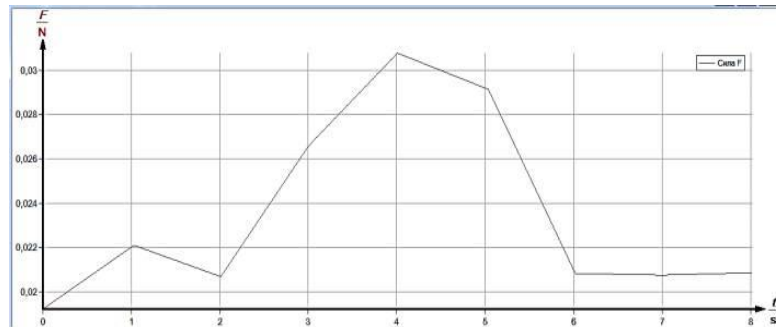


Рис. Д.12.2. Графік процесу поверхневого натягу води

Якщо визначати коефіцієнти поверхневого натягу других речовин: олія, розчин мідного купоросу та ін., то для кожного з них можна обрахувати коефіцієнти поверхневого натягу, порівняти величини. Має місце не просте порівняння чисел, а перехід кількісних змін у якісні. Проте, коли розглянути графіки залежності $F = f(t)$ для кожної досліджуваної речовини і порівняти їх, то в результаті впливає новий елемент дослідження (розвитку), який не характеризує кожне значення коефіцієнта поверхневого натягу як одиночного прояву поверхневого натягу окремих рідин, а дає новий висновок, одержаний в результаті використання ІЦТ. У ньому відображено те загальне, що притаманне всім рідинам – єдність. Загальне емпіричне є результатом узагальнення первинного емпіричного аналізу через абстрагування та ототожнення. В результаті вторинного аналізу графіків та їхнього наступного синтезу знайдено вираз для математичної моделі опису загального графіка і висновків із нього. На приведеному прикладі зміст емпіричних понять визначається сукупністю наочних ознак. Емпіричну закономірність у загальному випадку ми окреслюємо наступним алгоритмом: якщо емпіричному поняттю A властива ознака O_1 , що не міститься у визначенні поняття A , то цьому поняттю властива і ознака O_2 , що також не міститься у визначенні поняття A . Така закономірність окреслює три функції: пояснити відомі експериментальні факти, наприклад, властивості поверхневого стану води; дає можливість передбачити невідомі властивості поверхневого натягу для інших рідин; відокремити істинну закономірність від помилкової (за аналізом графічної залежності розвитку процесу відривання кільця від поверхні води). Має місце перехід від експериментальних до уможлиднених уявлень у розвитку.

Додаток Е Моделі середовищ

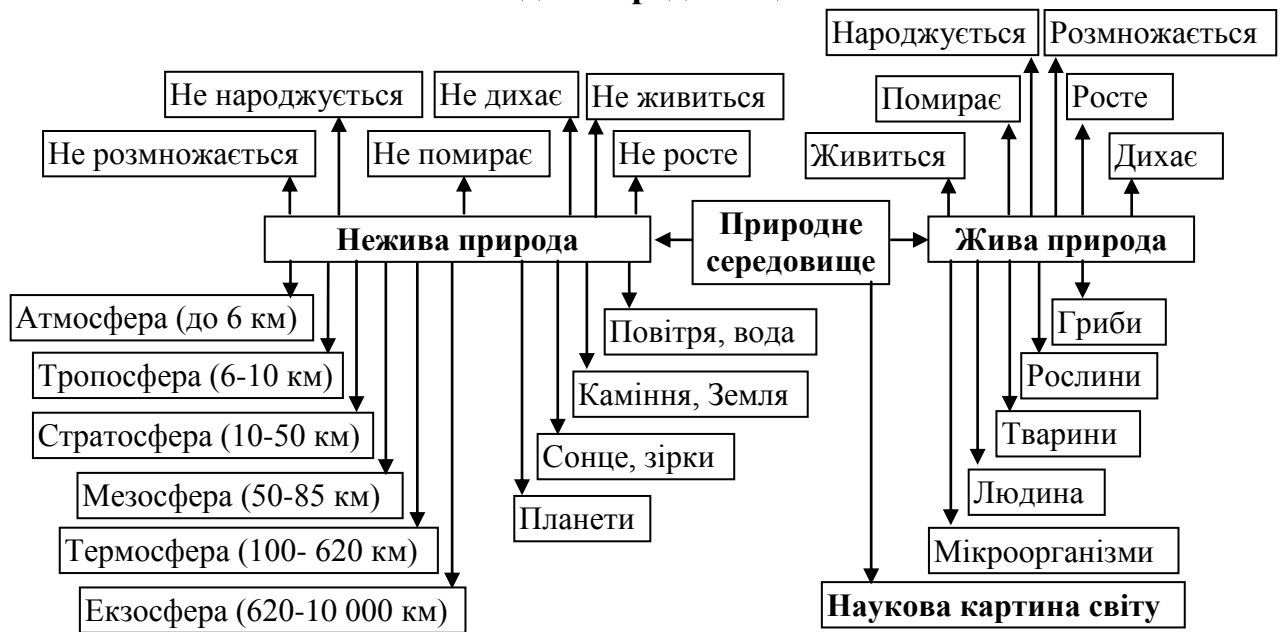


Рис. Е.1. Модель природного середовища

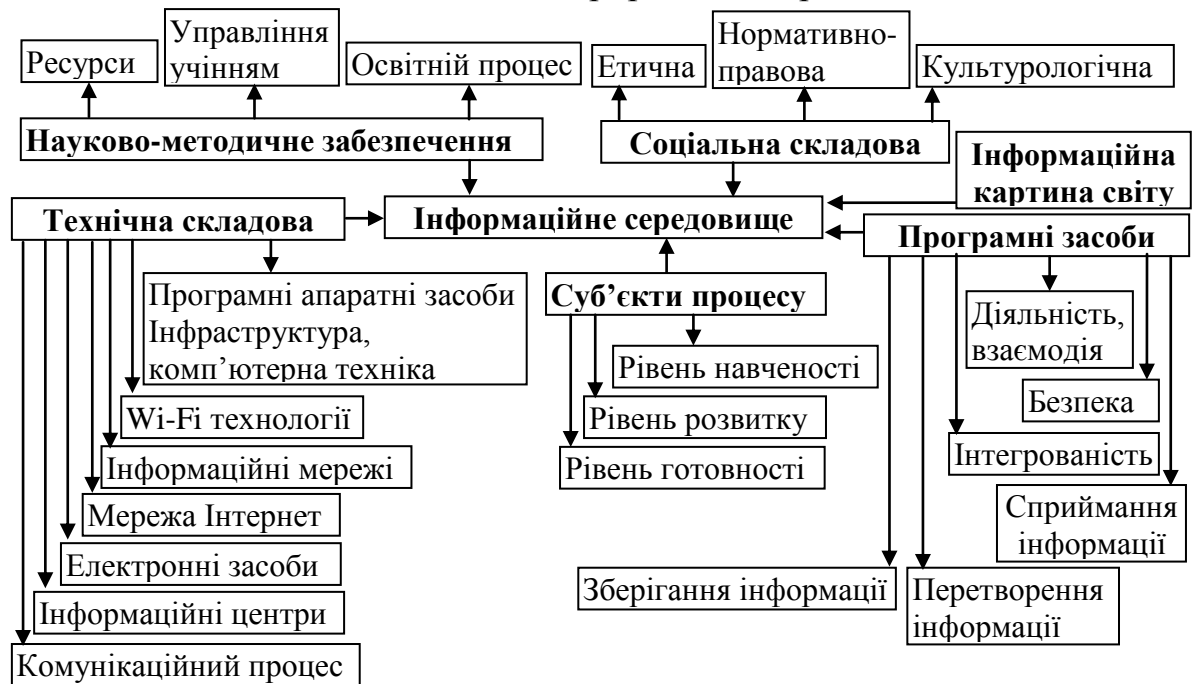


Рис. Е.2. Модель інформаційного середовища

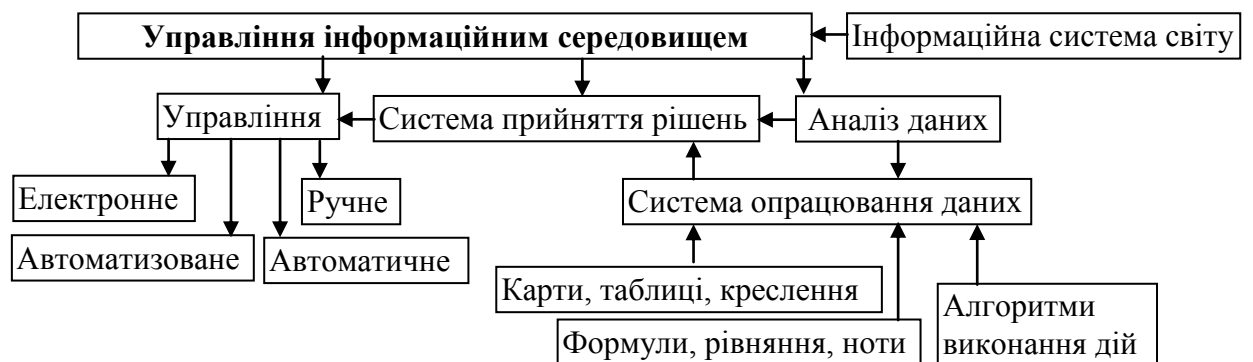


Рис. Е.3. Модель управління інформаційним середовищем

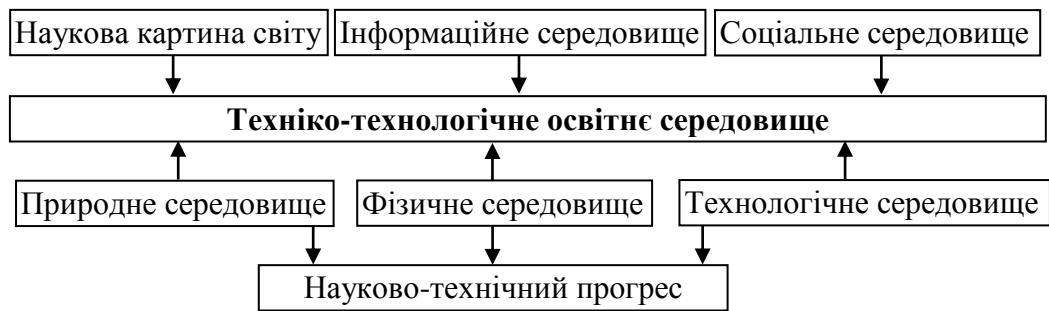


Рис. Е.4. Модель техніко-технологічного освітнього середовища

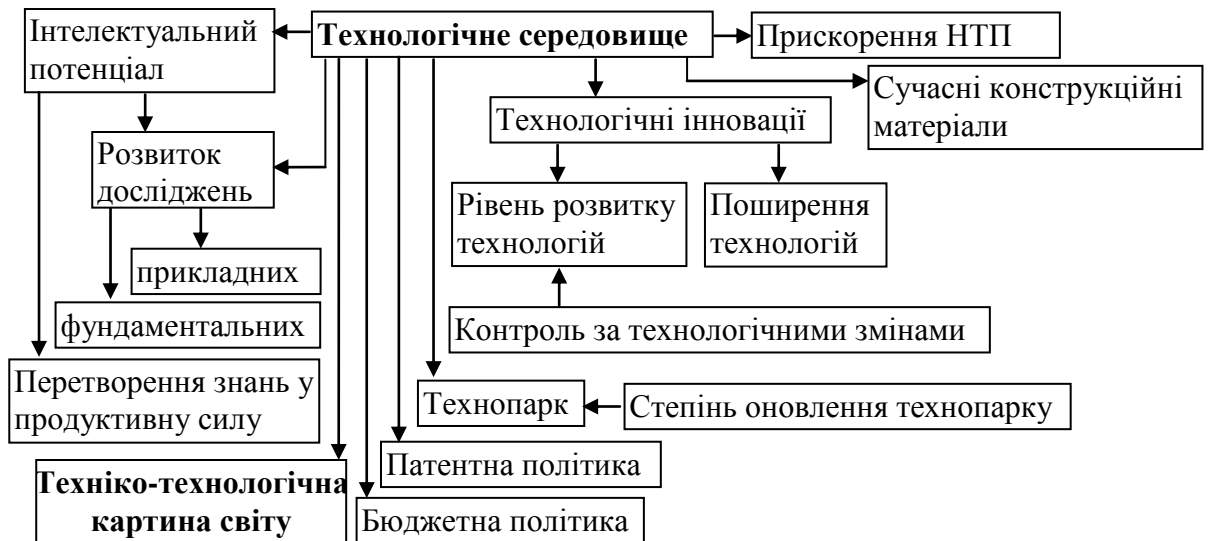


Рис. Е.5. Модель технологічного освітнього середовища

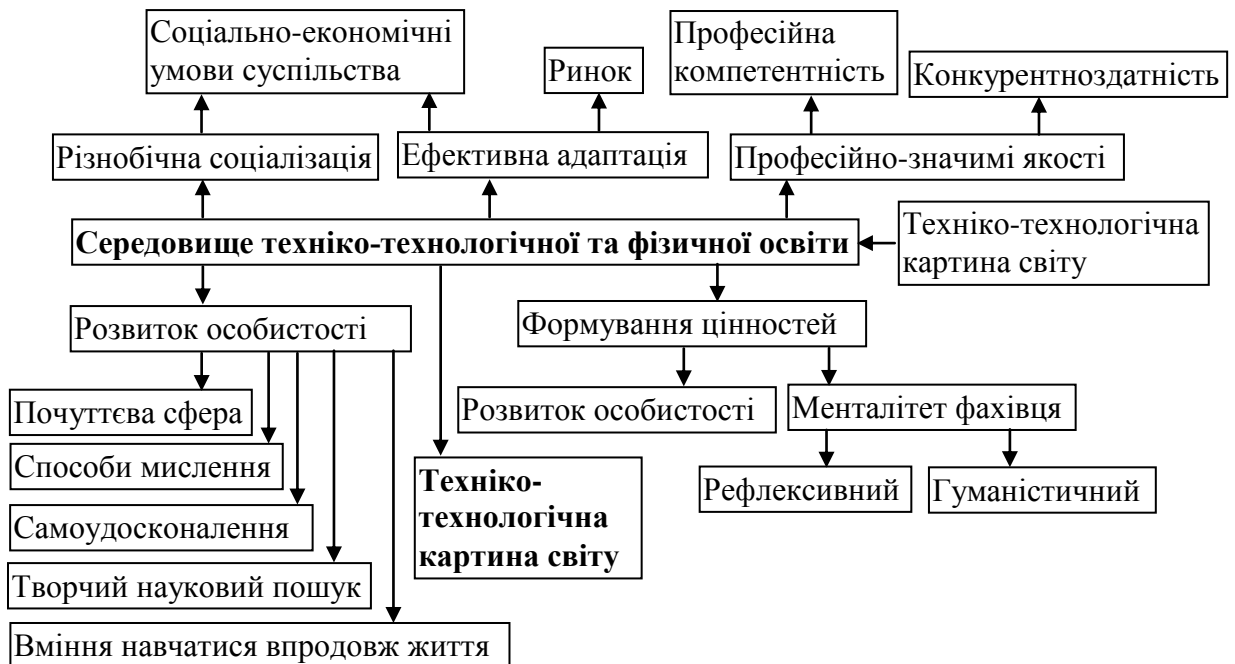


Рис. Е.6. Середовище техніко-технологічної та фізичної освіти

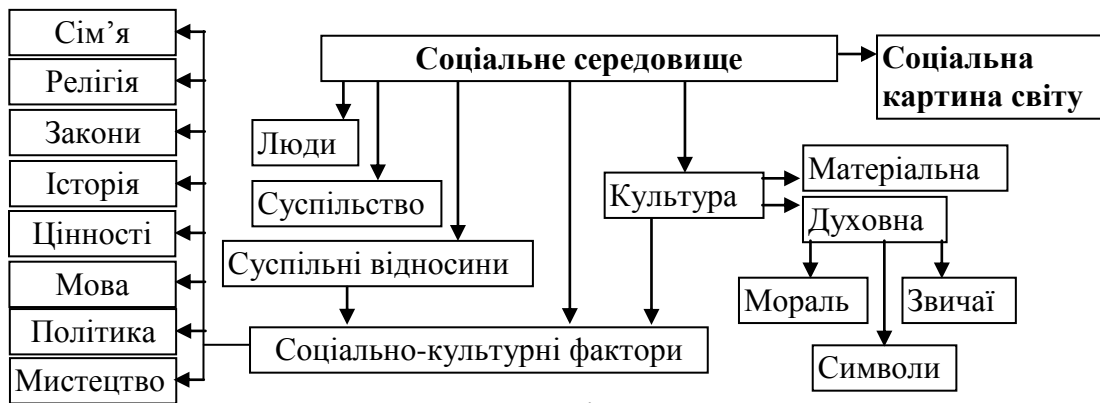


Рис. Е.7. Модель соціального середовища



Рис. Е.8. Модель фізичного середовища

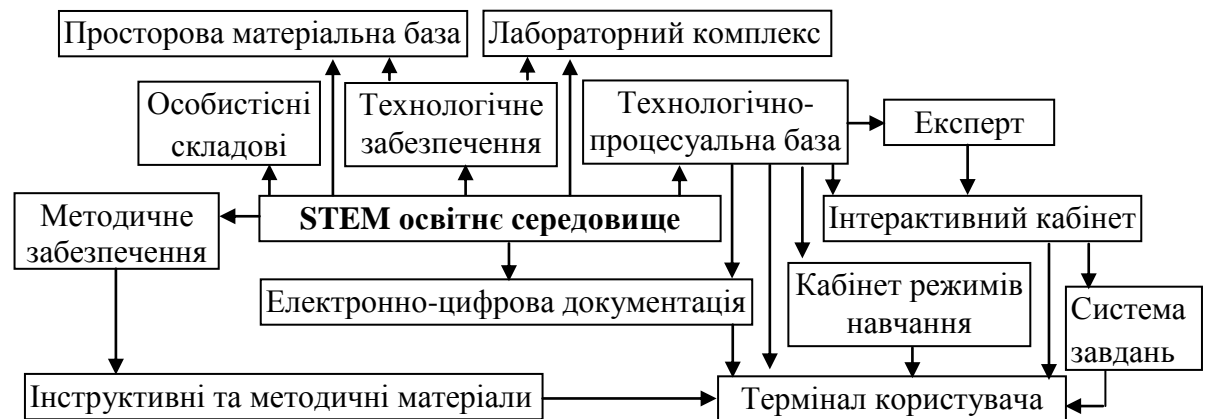


Рис. Е.9. Модель STEM освітнього середовища навчання ФТД

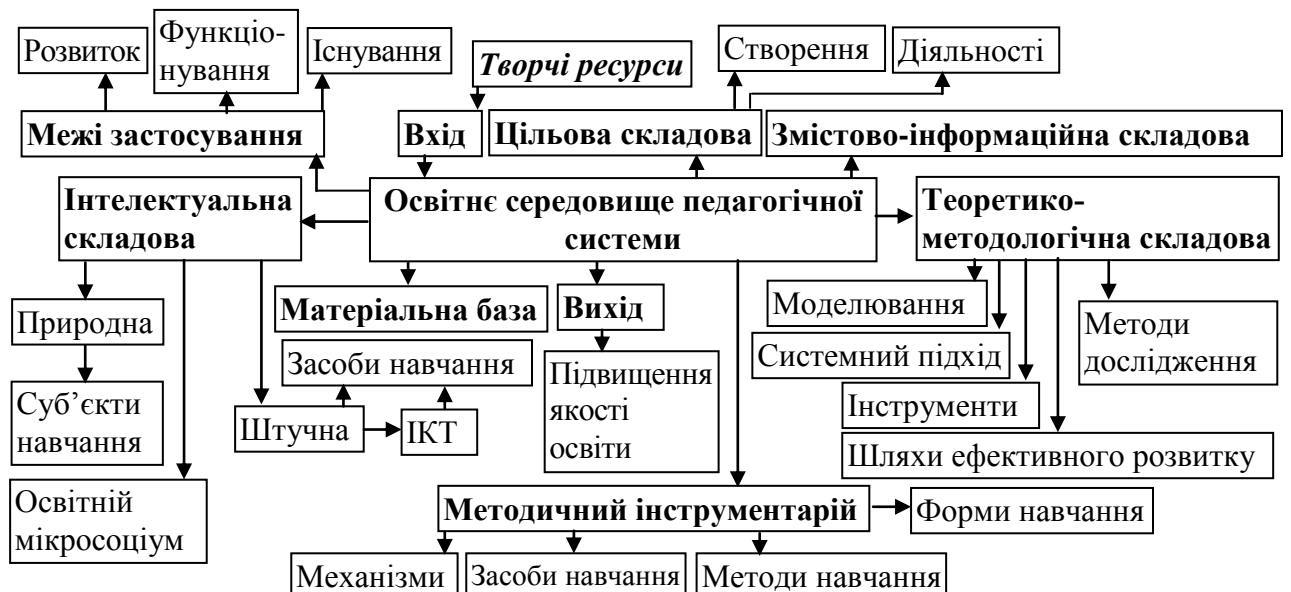


Рис. Е.10. Модель освітнього середовища педагогічної системи

Додаток Ж

Моделі наукової картини світу та історичні віхи розвитку

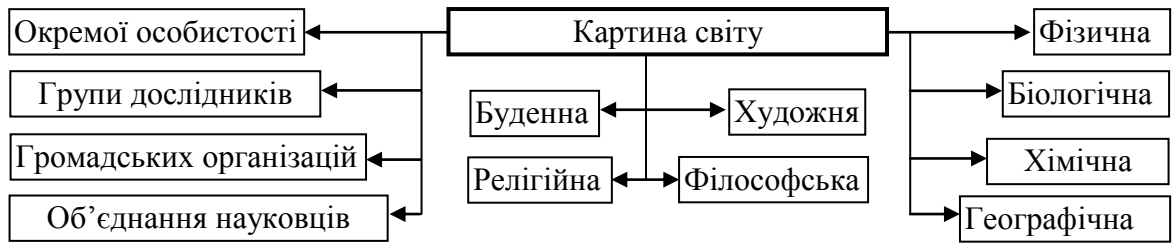


Рис. Ж.1. Види картин світу

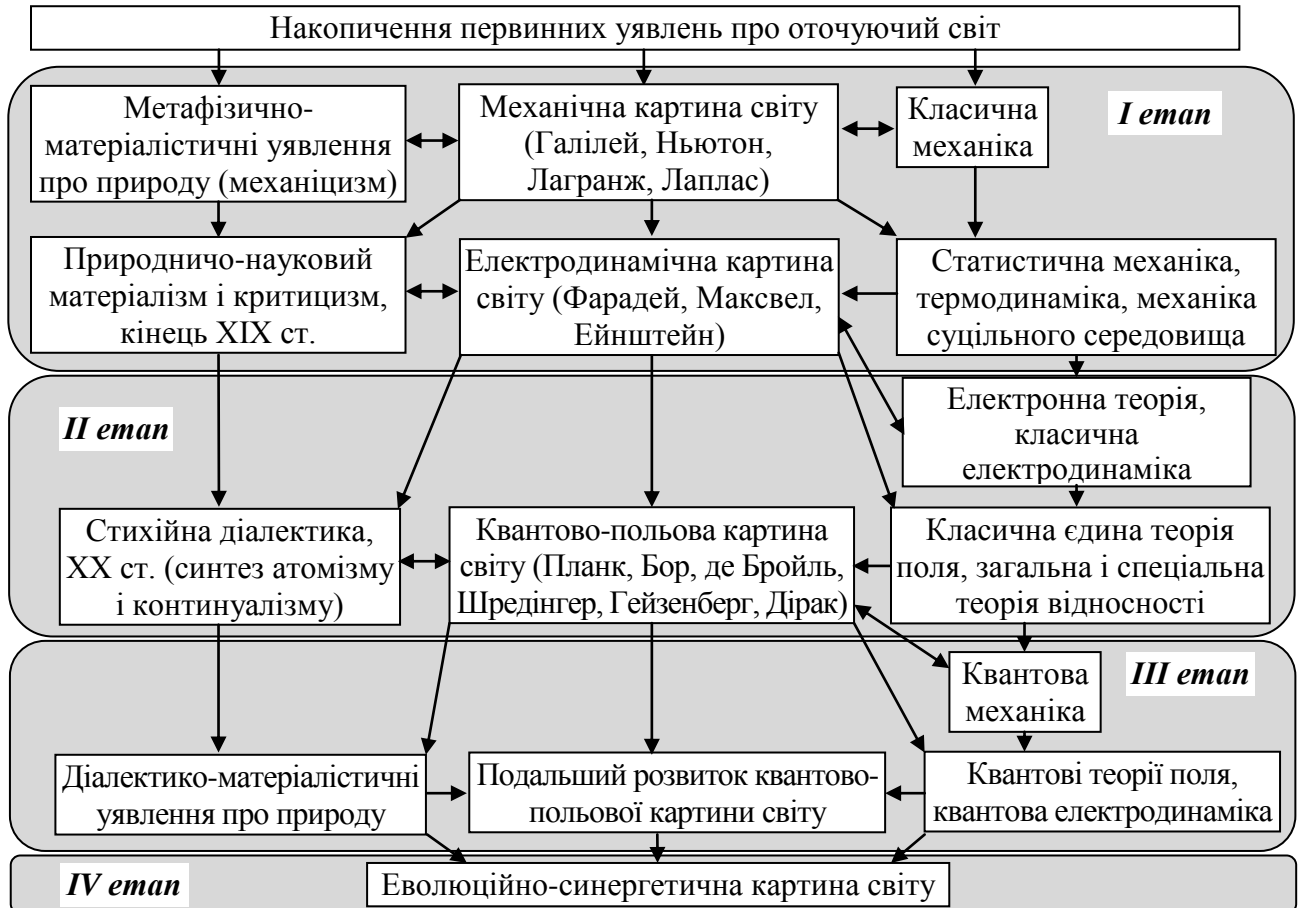


Рис. Ж.2. Етапи розвитку фізичної картини світу

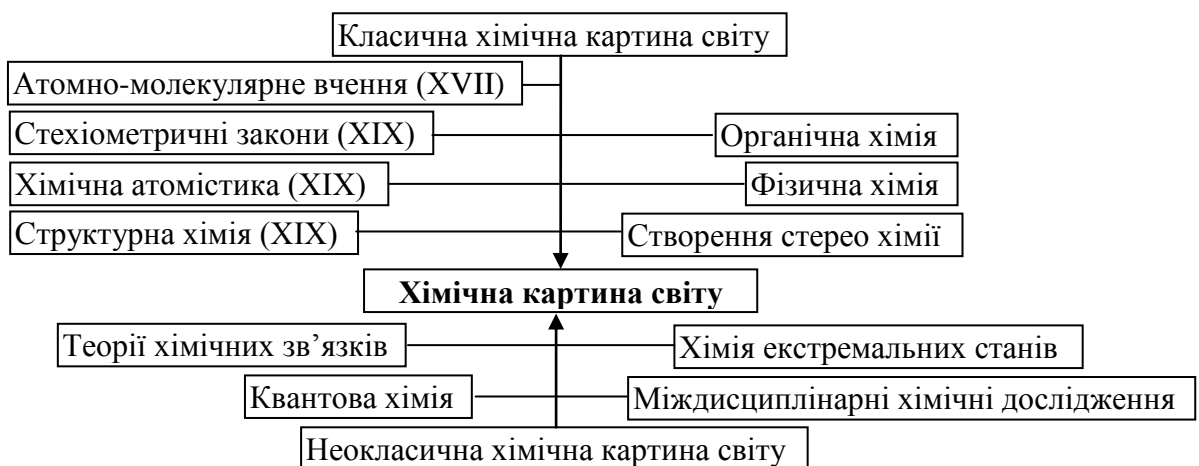


Рис. Ж.3. Структура хімічної картини світу



Рис. Ж.4. Біологічна картина світу

Елінійська епоха: На острові Фарос на маяці установили 4 позолочені жіночі фігури. Вдень вони світилися у променях Сонця, а вночі освітлювалися від штучних джерел світла. Через певні проміжки часу вони поверталися механізмами і відбивали склянки, вночі періодично видавали попереджувальні для моряків трубні звуки.

Арабський винахідник Аль-Джазари (1136–1206) побудував човен з 4-а механічними музикантами, які під час руху водою грали на бубнах, арфі й флейті.

1495 р.: Леонардо да Вінчі склав креслення, де зображено лицаря, який здатний сидіти, рухати головою та руками, відкривати забрало.

1560 р.: Хуанело Турріано виготовував для імператора Карла V «іспанського монарха» висотою 40 см, який міг прогулюватися, ударяти себе у груди правою рукою і кивати головою, періодично підносити лівою рукою до губ хрест для поцілунку.

1738 р.: Француз Жак де Воканмон побудував людиноподібний пристрій – андроїд, який грав на флейті. Також виготовляв качок, які їли і випорожнялися.

1927 р.: Американський інженер Ройем Уенслі сконструював людиноподібний механізм, який виконував команди з голосу.

середина XX ст.: У середині XX ст. для роботи з радіоактивними речовинами було виготовлено механічний маніпулятор.

60-і роки XX ст.: Сконструйовано візок обладнаний телекамерою, мікрофоном та маніпулятором, яким можна було управляти дистанційно для огляду місць з великою радіоактивністю.

1968 р.: Японські винахідники склали перший у світі промисловий робот.

1979 р.: У Московському вищому технічному училищі ім. М. Е. Баумана створено апарат МРК-01 для знешкодження вибухонебезпечних предметів.

80-ті рр. XX ст.: Початок широкого впровадження роботів.

1982 р.: Перша в СРСР виставка «Промислові роботи-82» відбулася у м. Ленінграді.

1986 р.: Під час ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС широко використовували роботів.

2000-і рр.: Японія займає перше місце у світі з продажу роботів.

Рис. Ж.5. Основні етапи розвитку робототехніки

Додаток 3

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації

Додаток 3.1. Список публікацій здобувача 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 травня 2019 р.*).

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., **Трифорова 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., **Трифорова 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., **Трифорова 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. І. 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. Сухомлинській. *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. **Trifonova 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., **Трифопова 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., **Трифопова 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., **Трифопова 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., **Трифопова 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., **Трифопова 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., **Трифопова Е.М.** Классно-урочная система обучения и альтернативное образование. *Komunikacja w edukacji*. Siedlce (Poland): S^TN, 2015. T. 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. Подопрігора Н.В., **Трифопова 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., **Трифенова 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 серпня 2014 р.*).

56. Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 10 клас / В.Я. Гайда, М.І. Садовий, **О.М. Трифенова**, С.З. Мурза. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. Абетка, 2019. 44 с. (*лист ІМЗО від 09.07.2019 р. № 22.1/12-Г-607*).

57. Фізика (рівень стандарту). Зошит для лабораторних робіт: 11 клас / В.Я. Гайда, М.І. Садовий, **О.М. Трифенова**, В.В. Михайленко. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. Абетка, 2019. 56 с. (*лист ІМЗО від 09.07.2019 р. № 22.1/12-Г-608*).

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., Подопригора Н.В., **Трифенова О.М.** Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.

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

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

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

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

64. Величко С.П., Садовий М.І., **Трифенова 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., **Трифенова 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., **Трифенова 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., **Трифенова О.М.** Історія автомобіля: посібник. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. 88 с.

68. Трифенова 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. Трифонова 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. Трифонова 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., **Трифонова 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., **Трифонова 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., **Трифонова 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., **Трифонова 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., **Трифенова 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. Трифенова** (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. Трифенова** (Україна). № 67189 ; заявка 10.06.2016 № 67833 ; зареєстроване 11.08.2016 ; опублік. 28.10.2016, Бюл. № 42.

Додаток 3.2. Відомості про апробацію результатів дисертації

Основні положення та результати дослідження висвітлено та обговорено на науково-практичних конференціях:

міжнародних:

– «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2010, 2011, 2014, 2015, 2016), очна форма участі;

– «Освітні вимірювання в інформаційному суспільстві» (Київ, 2010), очна форма участі;

– «Educational Measurement: Teaching, Research, and Practice» (Foros, Ukraine, 2011), очна форма участі;

– «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (Кривий Ріг, 2012), очна форма участі;

– «Учебники естественнонаучного цикла в системе среднего и высшего образования» (Могилев 2012), заочна форма участі;

– «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі» (Херсон, 2014, 2016, 2018), очна форма участі;

– «Новітні комп'ютерні технології» (Севастополь, 2012), заочна форма участі;

– «Актуальные проблемы естественных наук и методики их преподавания» (Могилев, 2013), заочна форма участі;

– «Проблеми професійного становлення майбутнього фахівця в умовах сучасного освітнього простору» (Кіровоград, 2013), очна форма участі;

– «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2013), очна форма участі;

– «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (Кіровоград, 2014), очна форма участі;

- «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання природничо-математичних дисциплін» (Київ, 2014), очна форма участі;
- «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології» (Кіровоград, 2014), очна форма участі;
- «Pedagogy and Psychology in the age globalization – 2014» (Budapest, Hungary, 2014), дистанційна форма участі;
- «Проблеми професійного становлення майбутнього фахівця в умовах інтеграції до європейського освітнього простору» (Кіровоград, 2015), очна форма участі;
- «Komunikacja w edukacji – dziś i jutro» (Siedlce, Poland, 2015), заочна форма участі;
- «Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю» (Кам'янець-Подільський, 2015), очна форма участі;
- «Оптика неоднородних структур 2015» (Могильов, Республіка Білорусь, 2015), заочна форма участі;
- «Сучасні тенденції навчання фізики у загальноосвітній та вищій школі» (Кіровоград, 2015), очна форма участі;
- «Актуальні проблеми сучасної соціології, соціальної роботи та професійної підготовки фахівців» (Ужгород, 2016), заочна форма участі;
- «Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей» (Кам'янець-Подільський, 2016), заочна форма участі;
- «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технологічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» (Кропивницький, 2016), очна форма участі;
- «STEM-освіта – проблеми та перспективи» (Кропивницький, 2016, 2017, 2018), очна форма участі;
- «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2017, 2018, 2019), очна форма участі;
- «Проблеми математичної освіти» (Черкаси, 2017, 2019), очна форма участі;
- «Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін» (Кропивницький, 2018, 2019), очна форма участі;
- «Social and Economic Aspects of Education in Modern Society» (Warsaw, Poland, 2018), заочна форма участі;
- «Information and Innovation Technologies in the XXI Century» (Katowice, Poland, 2019), очна форма участі;
- «Problems of Humanities and Social Sciences – 2019» (Budapest, Hungary, 2019), дистанційна форма участі;
- всеукраїнських:*
- «Хмарні технології в освіті» (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 2012), заочна форма участі;
- «Науково-дослідна робота в системі підготовки фахівців-педагогів в природничій та технологічній галузях» (Бердянськ, 2015), очна форма участі;

- «Сучасні проблеми та перспективи навчання дисциплін природничо-математичного циклу» (Суми, 2012, 2013), заочна форма участі;
 - «Актуальні проблеми і перспективи дидактики фізики» (Черкаси, 2012), очна форма участі;
 - «Проблеми сучасного підручника» (Київ, 2013), очна форма участі;
 - «Інформаційно-комунікаційні технології навчання» (Умань, 2014), очна форма участі;
 - «Особливості підвищення якості природничої освіти в технологізованому суспільстві» (Миколаїв, 2015), очна форма участі;
 - «Ресурсно-орієнтоване навчання у вищій школі: проблеми, досвід, перспективи» (Полтава, 2016), дистанційна форма участі;
 - «Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в освіті (КМІТО'2016)» (Кривий Ріг, 2016), заочна форма участі;
 - «Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: доступність, діалог, динаміка» (Полтава, 2017, 2018), дистанційна форма участі;
 - «Реалізація міжпредметних зв'язків при вивченні природничо-математичних дисциплін» (Луцьк, 2018), очна форма участі;
 - «Моделювання в освітньому процесі» (Луцьк, 2019), заочна форма участі;
 - «Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку» (Київ, 2019), очна форма участі;
 - «Реалії та перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти» (Херсон, 2019), очна форма участі;
- міжвузівська (закордонна):*
- «Професійна направленість курсов фізических дисциплін при підготовке будущих спеціалістів в университеті» (Брест, Республіка Білорусь, 2016), очна форма участі.

Додаток И
Довідки про впровадження результатів дослідження



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М.П. ДРАГОМАНОВА
 01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9
 Телефон: 234-11-08
 E-mail: rector@npu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125295

31.10.13, № 27

ДОВІДКА

про впровадження матеріалів дисертаційного дослідження Трифонові Олені Михайлівні з теми «Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін» 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.

Цією довідкою підтверджуємо, що докторант кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Трифонова Олена Михайлівна упродовж 2016 – 2019 років проводила констатувальний зріз та експериментальне навчання за матеріалами наукового дослідження «Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін». Експериментом були охоплені студенти спеціальності 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології).

В освітньому процесі університету дістала практичної реалізації розроблена автором методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін. При цьому використовувалися тексти лекцій та завдання до практичних і лабораторних занять, що відображені у посібниках:

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

3. Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопрігора Н.В., Трифонова О.М. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків: навч. пос. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів загальноосв. шк. Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.
4. Садовий М.І., Трифонова О.М. Історія фізики з перших етапів становлення до початку XXI століття: навч. пос. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Вид. 2-ге, переробл. та доп. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 436 с.
5. Подопрігора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. Фізика твердого тіла: навч. пос. для студ. фіз. спец. пед. ун-тів. Вид. 2-ге. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2014. 413 с.
6. Трифонова О.М., Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. – Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. – 120 с.
7. Трифонова О.М., Садовий М.І. Наукова картина світу XXI століття: інтегративність природничих і технічних наук: навч. пос. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 332 с.

Розроблена автором методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності в умовах цифровізації суспільства узгоджується з вимогами державних стандартів та вимогами організації освітнього процесу в педагогічних закладах вищої освіти.

Позитивні зміни у результатах навчання фізики і технічних дисциплін студентів (майбутніх фахівців комп'ютерних технологій) та рівень сформованості їхньої інформаційно-цифрової компетентності свідчать про ефективність методичної системи, розробленої О.М. Трифоновною. Використання методичних матеріалів, створених автором дослідження, сприяло підвищенню ефективності самостійної роботи та зростанню рівня навчальних досягнень з фізики і технічних дисциплін та рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності. результати експерименту підтверджують ефективність і доцільність впровадження запропонованої методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін.

Завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних технологій



Проректор з наукової роботи

М.П. Малєжик

Г.М. Горбін



Міністерство освіти і науки України

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

вул. Шевченка, 1, м. Кропивницький, 25006, тел. (0522) 22-18-34, факс (0522) 24-85-44
E-mail: mails@ksru.kr.ua, код ЄДРПОУ 02125415

Від Асистента 2014/16 215-в
На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження матеріалів дисертаційного дослідження

Трифонові Олені Михайлівні з теми

«Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін»

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

У Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка впровадження результатів дисертаційного дослідження Олені Михайлівні Трифонові здійснювалося впродовж 2018 – 2019 років. Було створено і впроваджено в освітній процес інтегрований комплекс фізики і технічних дисциплін для спеціальності 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології) з методичним забезпеченням, до якого включені навчальні посібники «Методика і техніка експерименту з оптики», «Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків», «Математичні методи фізики», «Історія фізики з перших статей становлення до початку XXI століття», «Фізика твердого тіла», «Наукова картина світу XXI століття: інтегративність природничих і технічних наук»; навчально-методичний посібник «Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів».

Вказані матеріали застосовувалися під час навчання фізики і технічних дисциплін студентів – майбутніх фахівців комп'ютерних технологій з метою розвитку в них інформаційно-цифрової компетентності.

Впровадження інтегрованого методичного комплексу фізики і технічних дисциплін позитивно вплинуло на якість підготовки студентів та забезпечило розвиток інформаційно-цифрової компетентності та формування належного рівня знань з фізики і технічних дисциплін, що відповідає вимогам стандартів вищої освіти.

Проректор з наукової роботи



С.П. Михида

Міністерство освіти і науки України
**ЖИТОМИРСЬКИЙ
 ДЕРЖАВНИЙ
 УНІВЕРСИТЕТ**
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
 Вул. В. Бердичівська, 40,
 м. Житомир, 10008
 телефон /факс (0412) 43-14-17
 E-mail: zu@zu.edu.ua Web: www.zu.edu.ua
 код ЄДРПОУ 02125208



Ministry of Education and Science of Ukraine
Zhytomyr Ivan Franko State University
 40, Velyka Berdychivska Str.,
 City of Zhytomyr Ukraine, 10008
 Tel/Fax (0412) 43-14-17
 E-mail: zu@zu.edu.ua Web: www.zu.edu.ua
 USREOU 02125208

Від 04.11.2019 № 1/1333
 На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
«Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін»,
 зі спеціальностей **13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика),**
13.00.04 – теорія і методика професійної освіти
 проведеного **Трифоновою Оленою Михайлівною**
 на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук

Матеріали дисертаційної роботи докторанта кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Трифонові Олені Михайлівні впроваджувалися в освітній процес Житомирського державного університету імені Івана Франка протягом 2016–2019 рр. при підготовці фахівців комп'ютерних технологій. Педагогічний експеримент проходив на базі кафедри прикладної математики та інформатики. Пропонована методична система передбачала розвиток інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у процесі навчання фізики і технічних дисциплін.

Для проведення експериментального навчання були запропоновані навчально-методичні матеріали, серед яких тексти лекцій та завдання до практичних і лабораторних занять, що відображені у ряді публікацій: 1) Садовий М.І., **Трифорова О.М.** Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття (навчальний посібник, 2013); 2) Подопрігора Н.В., Садовий М.І., **Трифорова О.М.** Фізика твердого тіла (навчальний посібник, 2014); 3) **Трифорова О.М.**, Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів (навчально-методичний посібник, 2019); 4) **Трифорова О.М.**, Садовий М.І. Наукова картина світу ХХІ століття: інтегративність природничих і технічних наук (навчальний посібник, 2019); 5) Подопрігора Н.В., **Трифорова О.М.**, Садовий М.І. Математичні методи фізики (навчальний посібник, 2012, Гриф МОНмолодьспорт); 6) Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопрігора Н.В., **Трифорова О.М.** Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків (навчальний посібник, 2011); 7) Садовий М.І., Сергієнко В.П., **Трифорова О.М.**, Сліпукхіна І.А., Войтович І.С. Методика і техніка експерименту з оптики (посібник, 2011, Гриф МОНУ).

Упровадження розробленої методичної системи засвідчило позитивну динаміку розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін, а також підтвердило стійкість отриманих результатів протягом кількох років. Доведено, що реалізація запропонованої дисертантом методичної системи сприяє підвищенню рівня та якості фундаментальної підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних технологій, їх особистому зростанню, самовдосконаленню й самоствердженню.

Результати апробації дисертаційного дослідження Трифорової Олені Михайлівні «Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін» в освітній процес Житомирського державного університету імені Івана Франка були заслухані та схвалені на засіданні кафедри прикладної математики та інформатики (протокол № 4 від 17.10.2019 рр.).

В.о. ректора
 кандидат біологічних наук, доцент

Завідувач кафедри прикладної
 математики та інформатики
 кандидат педагогічних наук, доцент



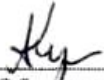
Н.М. Корнійчук

Я.Б. Сікора

Міністерство освіти і науки України
Українська інженерно-педагогічна академія

«УЗГОДЖЕНО»


Проректор з наукової роботи УІПА


О.В. Купріянов
« 25 » жовтня 2019 р.



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

В.О. першого проректора з
науково-педагогічної роботи
УІПА


С.В. Петров
« 25 » жовтня 2019 р.

Акт

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження на здобуття
наукового ступеня доктора педагогічних наук
ТРИФОНОВОЇ ОЛЕНИ МИХАЙЛІВНИ**

Складений комісією Української інженерно-педагогічної академії
від « 25 » жовтня 2019 р., у складі:

Голова комісії: Нечуйвітер О.П. – завідувач кафедри інформаційних комп'ютерних технологій і математики, д. фіз.-мат. н., доцент.

Члени комісії:

1. Першина Ю.І. – професор кафедри інформаційних комп'ютерних технологій і математики, д. фіз.-мат. н., доцент.
2. Сажко Г.І. – доцент кафедри інформаційних комп'ютерних і поліграфічних технологій, к. пед. н., доцент.

В період з « 14 » жовтня 2019 р. по « 18 » жовтня 2019 р. комісія провела роботу з визначення результатів впровадження докторської дисертації, виконаної докторантом кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Трифоновою О.М. в навчальний процес кафедри інформаційних комп'ютерних технологій і математики Української інженерно-педагогічної академії.

Результати роботи комісії:

Упродовж 2016 – 2019 рр. О.М. Трифонова проводила дослідно-експериментальну роботу з впровадження результатів дослідження в практику роботи Української інженерно-педагогічної академії при підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій.

Проведення педагогічного експерименту передбачало перевірку ефективності методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін, що розроблена докторантом кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Трифоновою Оленою Михайлівною. На основі розроблених О.М. Трифоновою дидактичних засобів проводилось експериментальне навчання студентів з курсів : «Комп'ютерні технології навчання», «Хмарні технології в соціально-педагогічних системах».

Основні теоретичні аспекти дослідження і методичні рекомендації були представлені у наукових та методичних статтях; посібниках, зокрема, рекомендованих Міністерством освіти і науки України:

1. Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М., Сліпухіна І.А., Войтович І.С. Методика і техніка експерименту з оптики: пос. для студ. фіз. спец. вищ. пед. навч. закл. та вчителів фізики. Луцьк: Волинполіграф, 2011. 292 с. (Гриф МОНУ: Лист МОН № 14/18-Г-990 від 21.06.2007).
2. Подопрігора Н.В., Трифонова О.М., Садовий М.І. Математичні методи фізики: навч. пос. 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).
3. Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопрігора Н.В., Трифонова О.М. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків: навч. пос. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів загальноосв. шк. Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.
4. Садовий М.І., Трифонова О.М. Історія фізики з перших етапів становлення до початку XXI століття: навч. пос. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. Вид. 2-ге, переробл. та доп. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2013. 436 с.
5. Подопрігора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. Фізика твердого тіла: навч. пос. для студ. фіз. спец. пед. ун-тів. Вид. 2-ге. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2014. 413 с.
6. Трифонова О.М., Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. – Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. – 120 с.
7. Трифонова О.М., Садовий М.І. Наукова картина світу XXI століття: інтегративність природничих і технічних наук: навч. пос. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 332 с.

В результаті роботи комісії виявлено, що:

Експериментальні дані вказують на те, що результати наукового дослідження «Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін» можуть бути використані у процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних технологій та дають підставу стверджувати, що запропонована методика має наукову новизну та практичну цінність у процесі розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій.

Результати впровадження матеріалів дисертаційної роботи О.М. Трифонові обговорено та схвалено на засіданні кафедри Інформаційних комп'ютерних технологій і математики Української інженерно-педагогічної академії (протокол № 4 від 23 жовтня 2019 р.)

Акт складений у двох екземплярах:

1-й екз. - УПА
2-й екз. - Трифонова О.М.

Голова комісії

Нечуйвітер О.П.

Члени комісії

Перенна Ю.І.

Сажко Г.І.

УКРАЇНА
 МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
 ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА**
 вул. М.Кривоноса, 2, м. Тернопіль, 46027,
 тел. (0352)43-58-80, факс (0352)43-60-55,
 e-mail: info@tnpu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125544



UKRAINE
 MINISTRY OF EDUCATION AND
 SCIENCE OF UKRAINE
**TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK
 NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY**
 2 M. Kryvonosa st., Ternopil, 46027, Ukraine
 tel. +38 0352 43 60 67, fax: +38 0352 43 60 55
 e-mail: info@tnpu.edu.ua

від " 18 " 11 2019 р. № 1571-33/03

Довідка

про впровадження результатів наукового дослідження
 Трифонові Олени Михайлівни
 «Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців
 комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін»,
 проведеного зі спеціальностей
 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика),
 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти
 на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук

Матеріали дисертаційної роботи Трифонові Олени Михайлівни докторанта кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка впроваджувалися в освітній процес Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка протягом 2015 – 2019 н.р. при підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. На базі закладу вищої освіти було апробовано модель цілісної методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін. Зазначена система передбачала створення оптимальних дидактичних умов, за яких усвідомлення майбутніми фахівцями комп'ютерних технологій фундаментальних наукових знань сприяє всебічному розвитку особистості, формуванню фахової та інформаційно-цифрової компетентності.

Підготовлені дисертантом навчально-методичні розробки відображені у працях «Фізика твердого тіла», «Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів», «Методика і техніка експерименту з оптики», «Математичні методи фізики», «Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків», «Історія фізики з перших етапів становлення до початку XXI століття», «Наукова картина світу XXI століття: інтегративність природничих і технічних наук» успішно використовувалися на кафедрі фізики та методики її навчання під час навчання студентів – майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. Розроблена методична система сприяла підвищенню рівня фундаментальної підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних технологій, що зафіксовано результатами їх навчальних досягнень як предметного, так і особистісного характеру.

За результатами використання доробку наукового дослідження О.М. Трифонові вдалося якісно змінити динаміку розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій під час навчання фізики і технічних дисциплін.

Довідка затверджена на засіданні кафедри фізики та методики її навчання (протокол від 14.11.2019 № 3) і видана для подання до спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук.

Проректор з наукової роботи
та міжнародного співробітництва



Г.І. Фальфушинська

106517



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Державний вищий навчальний заклад
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

вул. Віталія Магусевича, 11, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50027, тел. (056) 409-06-06, факс (056) 409-78-55
 E-mail: knu@knu.edu.ua Код ЄДРПОУ 37664469

від 13.11.2019 р. № 01/10-02/2019

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження **«Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін»**,
 проведеного **Трифоновою Оленою Михайлівною**
 зі спеціальностей **13.00.02** – теорія та методика навчання (фізика),
13.00.04 – теорія і методика професійної освіти
 на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук

У період з 2016 до 2019 рр. у Криворізькому національному університеті проводився педагогічний експеримент з перевірки методичної системи розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін, що розроблена докторантом кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка Трифоновою Оленою Михайлівною. Результати дослідження впроваджувалися на кафедрі фізики.

В освітньому процесі дістали схвалення наукові ідеї та практичні рекомендації щодо розвитку інформаційно-цифрової компетентності під час навчання фізики і технічних дисциплін при підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій.

У ході експериментального навчання використовувались розроблені Трифоновою О.М. анкети для виявлення рівня сформованості інформаційно-цифрової компетентності та завдання для з'ясування рівня залишкових знань з фізики та технічних дисциплін. Також використовувались тексти лекцій та завдання до практичних і лабораторних занять, що відображені у посібниках:

1. **Трифорова О.М.**, Садовий М.І. Наукова картина світу ХХІ століття: інтегративність природничих і технічних наук: навч. пос. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. 332 с.

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

3. Подопрігора Н.В., **Трифонова О.М.**, Садовий М.І. Математичні методи фізики: навч. пос. 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*).

4. Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопрігора Н.В., **Трифонова О.М.** Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків: навч. пос. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів загальноосв. шк. Кіровоград: ПП «Ексклюзив-Систем», 2011. 175 с.

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

6. Подопрігора Н.В., Садовий М.І., **Трифонова О.М.** Фізика твердого тіла: навч. пос. для студ. фіз. спец. пед. ун-тів. Вид. 2-ге. Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард», 2014. 413 с.

7. **Трифонова О.М.**, Хомутенко М.В., Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. – Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. – 120 с.

Розроблена автором методична система в умовах цифровізації суспільства та євроінтеграційних процесів не викликає перевантаження студентів, узгоджується з вимогами державних стандартів.

Позитивні зміни у результатах навчання студентів та підвищення рівня їхньої інформаційно-цифрової компетентності свідчать про ефективність розробленої Трифоновою О.М. методичної системи. Обговорено і затверджено на засіданні кафедри фізики (протокол від 13.11.2019 № 3).

Проректор з наукової роботи,
доктор технічних наук, професор

Завідувач кафедри фізики,
доктор технічних наук, професор



Моркун В.С.

Несмашний Є.О.



Затверджую
 Професор з науково-педагогічної роботи
 та соціального розвитку
 Національного університету
 «Львівська політехніка»

д.т.н., доц. Корж Р. О.
 2019 р.

АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальний процес
Трифорова Олена Михайлівна

«Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін»
 представлена на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальностями

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика);
13.00.04 – теорія і методика професійної освіти.

Комісія НУ «Львівська політехніка» у складі:

Голова комісії – голова науково-методичної ради інституту комп'ютерних технологій, автоматизації та метрології, д.т.н., проф. Байцар Р. І.

Члени комісії: професор кафедри «Інформаційно-вимірювальних технологій», д.т.н., проф. Скоропад П. І., професор кафедри «Інформаційно-вимірювальних технологій», д.т.н., доц. Мотало В. П., професор кафедри «Інформаційно-вимірювальних технологій», д.т.н., проф. Яцишин С. П.

даним актом підтверджує, що проведені докторанткою наукові дослідження виконані у Центральнотрадянському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький, були впроваджені у навчальний процес кафедри «Інформаційно-вимірювальних технологій» Національного університету «Львівська політехніка» при вивченні дисциплін:

- «Вступ у вимірювальну електроніку» для підготовки фахівців за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» спеціалізація 0100;
- «Аналогові інтегровані схеми інформаційно-вимірювальної техніки» для підготовки фахівців за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» спеціалізація 0100.

Голова комісії,
 голова науково-методичної ради ІКТА
 д.т.н., проф.

 Байцар Р. І.

Члени комісії:
 проф. каф. ІВТ, д.т.н., проф.

 Скоропад П. І.

доц. каф. ІВТ, д.т.н., доц.

 Мотало В. П.

проф. каф. ІВТ, д.т.н., проф.

 Яцишин С. П.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ, Запорізька обл. 71100
E-mail: rector@bdpu.org.ua; http://bdpu.org

Тел. +38(06153) 3-62-44, факс +38(06153) 4-74-68
Код ЄДРПОУ 02125220

18.11.2019 № 57-01/1160

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження матеріалів дисертаційного дослідження

Трифонові Олени Михайлівни

з теми «Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін»

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

У дисертаційному дослідженні О.М. Трифонові запропонована методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін. Окремі аспекти розробленої дисертанткою методики впродовж 2016 – 2019 років впроваджувалися викладачами кафедри фізики та методики навчання фізики Бердянського державного педагогічного університету в процесі підготовки майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. Викладачі кафедри фізики та методики навчання фізики, які забезпечують загальнонаукову складову підготовки студентів, використовували практичні розробки за матеріалами дисертаційного дослідження О.М. Трифонові.

В освітній процес були впроваджені науково-методичні матеріали, опубліковані в таких роботах: навчально-методичному посібнику «Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів»; навчальних посібниках «Методика і техніка експерименту з оптики», «Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків», «Математичні методи фізики», «Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття», «Фізика твердого тіла», «Наукова картина світу ХХІ століття: інтегративність природничих і технічних наук».

Дисертаційне дослідження О.М. Трифонові має практичну цінність і є актуальним для використання як викладачами, так і студентами – майбутніми фахівцями комп'ютерних технологій. Заслухано і затверджено на засіданні кафедри фізики та методики навчання фізики (протокол від 24.10.2019 № 4).

Ректор



І. Т. Богданов



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Тел. 3-36-10
 E-mail chnpu@chnpu.edu.ua Код ЄДРПОУ 02125674

27.11.2019 № *31* _____

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
Трифонові Олени Михайлівни
з теми «Методична система розвитку інформаційно-цифрової
компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у
навчанні фізики і технічних дисциплін» 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

Упродовж 2016 – 2019 рр. в Національному університеті «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка відбувалося впровадження методики розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін, що знайшли відображення у дисертаційному дослідженні О.М. Трифонові.

Під час експериментального навчання викладачі використовували практичні розробки, розглянуті у дослідженні О.М. Трифонові та відображені у посібниках:

1. Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М., Сліпухіна І.А., Войтович І.С. Методика і техніка експерименту з оптики (посібн., 2011, Гриф МОНУ);
2. Подопрігора Н.В., Трифонова О.М., Садовий М.І. Математичні методи фізики (навч. посібн., 2012, Гриф МОНмолодьспорт України);
3. Вовкотруб В.П., Садовий М.І., Подопрігора Н.В., Трифонова О.М. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків (навч. посібн., 2011);
4. Садовий М.І., Трифонова О.М. Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття (навч. посібн., 2013);
5. Подопрігора Н.В., Садовий М.І., Трифонова О.М. Фізика твердого тіла (навч. посібн., 2014);
6. Трифонова О.М., Хомутенко М.В.,

Садовий М.І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів (навч.-метод. посібн., 2019); 7. Трифонова О.М., Садовий М.І. Наукова картина світу ХХІ століття: інтегративність природничих і технічних наук (навч. посібн., 2019).

Результати впровадження матеріалів дисертаційної роботи О.М. Трифонової свідчать про практичну значущість здійсненого дослідження, а авторська методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності може бути рекомендована до використання у закладах вищої освіти з підготовки фахівців педагогічних та технічних спеціальностей.

Перший проректор, проректор з
науково-педагогічної роботи



В. ДЯТЛОВ