

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БЕВЗ АННА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 377.091.33-027.22:53(043.5)

**ДИСЕРТАЦІЯ
МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНО СПРЯМОВАНОГО
НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ**

014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)

014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)

01 Освіта/Педагогіка

Подається на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**

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

_____ А.В.Бевз

Науковий керівник:

Садовий Микола Ілліч

доктор педагогічних наук, професор

Кропивницький – 2025

АНОТАЦІЯ

Бевз А.В. Методика професійно спрямованого навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 014 Середня освіта (Фізика та астрономія) – Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, Кропивницький, 2025.

У дисертації здійснено ґрунтовний аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури, Законів України (ЗУ) «Про освіту», «Про фахову передвищу освіту», «Про повну загальну середню освіту», Стратегію розвитку освіти на 2022-2032 роки, Національну доктрину розвитку освіти та обґрунтовано потребу визначення цілей навчання інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти (ЗФПО) інженерної галузі відповідно до окресленої стратегії розвитку системи ЗФПО на 2022-2032 роки. У роботі розглянуто сучасні тенденції розвитку інженерної освіти, які базуються на інтеграції фундаментальних і прикладних знань. Доведено, що ефективність засвоєння фізичних дисциплін у ЗФПО залежить від адаптації змісту навчальних програм до професійних потреб студентів.

Визначено структуру та зміст принципу студентоцентрованого навчання як гармонізацію формування компетентностей та результатів навчання та виявлено диспропорції у змісті освітньо-професійних програм спеціальностей 123 Комп'ютерна інженерія, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка (Згідно постанови Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2022 року № 1392, спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології було змінено на 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка), 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування 274 Автомобільний транспорт, обґрунтовано засади чотириєдиного підходу і навчанні інтегративного курсу фізики: гармонізація, компетентності, студентоцентризм, результати навчання. Розглянуто

можливості застосування міждисциплінарного підходу у викладанні інтегративного курсу фізики, що сприяє формуванню в студентів здатності до самостійного аналізу інженерних задач та розробки оптимальних технологічних рішень.

На основі 5 цілей Стратегії розвитку освіти України до 2032 року визначено засади студентоцентрованого навчання згідно методології проєкту Тюнінг і сформульовано триєдину парадигму формування освітньої траєкторії навчання інтегративного курсу фізики у фаховій передвищій освіті інженерної галузі. На цій основі визначено напрями оновлення стандартів, освітньо-професійних програм, навчальних планів і програм для фахової передвищої освіти. Визначено ключові показники ефективності навчання, які враховують рівень сформованості професійних компетентностей, уміння застосовувати отримані знання у реальних виробничих умовах, а також розвиток інженерного мислення студентів.

Зроблено висновок, що структура та зміст інтегративного курсу фізики для інженерної галузі ЗФПО з урахуванням вивчення загальнотехнічних та спеціальних дисциплін формується на концепції теоретичних узагальнень наскрізних понять, забезпечуючи неперервний взаємозв'язок між теорією та практикою.

Сформовано модель концепції розвитку ЗФПО, яка акцентує не на множині навчальних предметів, модулів, предметний зміст, а на здатності фахівця продемонструвати практичний результат упровадження набутих знань у практичній діяльності.

На цій основі розроблено й експериментально перевірено методику професійно спрямованого студентоцентрованого навчання інтегративного курсу фізики здобувачів освіти у ЗФПО інженерної галузі в умовах навчальних науково-виробничих комплексів.

Доведено можливість і доцільність створення відокремленого підрозділу коледжу в такій структурі забезпечує можливість здійснювати інтеграцію робочих навчальних програм, виокремити фундаментальні інтегративні

навчальні предмети, однією з визначальних серед них є інтегративний курс фізики.

Сформовано означення інтегративного курсу фізики в закладах фахової передвищої освіти як курсу, спрямованого на вивчення та використання фізичних принципів, законів, понять і теорій для розробки нових технологій, вирішення інженерних завдань і оптимізації технологічних процесів. Цим забезпечується висока активізація розумової діяльності студентів в освітньому процесі, а відповідно й мотивований розвиток критичного мислення та набуття практичних навичок, що підвищує самостійність.

Виокремлено особливість інтегративного курсу фізики в інженерних коледжах, що полягає в його практичній спрямованості, орієнтованій на вивчення профільних дисциплін. Визначено основні принципи формування методики навчання інтегративного курсу фізики в закладах фахової передвищої освіти. Визначено специфіку поняття методика навчання інтегративного курсу фізики як систему підходів і методів, спрямованих на комплексне та практично орієнтоване засвоєння фізичних знань студентами, з урахуванням їхньої майбутньої професійної діяльності. Запропоновано алгоритм адаптації методики навчання фізики до потреб конкретних спеціальностей, що передбачає розробку навчальних кейсів, інтегрованих з виробничими процесами, та використання цифрових інструментів моделювання фізичних процесів у професійній діяльності.

На основі розробленої концепції розвитку методичної системи навчання у ЗФПО створено засади методичної системи, визначено педагогічні умови реалізації освітнього середовища фахового інженерного коледжу у навчанні інтегрованого курсу фізики, розглянуто як педагогічний підхід наскрізне впровадженні інтегративного курсу фізики в процес навчання спецдисциплін, як стрижень випереджаючої освіти, що забезпечує формування компетентностей фахівців здатних до аналізу ситуацій та критичного мислення.

Створено та апробовано систему навчально-методичних матеріалів, яка включає робочі навчальні програми, методичне забезпечення вивчення

інтегративних курсів фізики для освітньо-професійних програм (ОПП) спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт; 123 Комп'ютерна інженерія; 174 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка для інженерних коледжів. Запропоновано методологію розв'язання інтегративних завдань як системи загальних теоретико-практичних понять математико-фізико-інженерної діяльності, де використано системний підхід, що передбачає використання специфічних методів, кількісних оцінок варіантів, інноваційний образ мислення, створено систему практико-орієнтованих задач окремо для кожної спеціальності інженерного коледжу, STEM-експерименти, практичні і лабораторні роботи, проєкти чим забезпечено ефективне вивчення тем згідно робочих навчальних програм для кожної освітньо-професійної програми. Теми експериментів, практичних і лабораторних робіт визначалися з висновків експертизи робочих навчальних програм та компетентностей стандартів спеціальностей. У ході педагогічного експерименту доведено, що упровадження в освітній процес розробленої методики навчання інтегративного курсу фізики у інженерних закладах фахової передвищої освіти через розв'язування професійно орієнтованих фізичних задач та виконання професійно спрямованих лабораторних робіт сприяє формуванню конкурентоспроможного фахівця у інженерній галузі. При розв'язуванні задач та виконанні лабораторних робіт розвиваються креативне мислення, інноваційна творчість, естетичні смаки, увага, логічне мислення; формуються потрібні майбутньому інженерному фахівцю ключові та спеціальні компетентності, навички професійної діяльності.

В ході експериментальної перевірки розробленої методики професійно спрямованого навчання фізики – інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти інженерної галузі виявлено стійкі тенденції підвищення рівня мотивації та якості знань здобувачів освіти.

Підтверджено, що впровадження створеної методики сприяє розвитку розумових здібностей здобувачів освіти та підвищенню рівня їх фахової підготовки. Експериментально перевірено в освітньому процесі ЗФПО

педагогічну ефективність розробленої методики навчання інтегративного курсу фізики. З метою перевірки вихідного рівня підготовки студентів у контрольних і експериментальних групах перед початком експерименту був використаний критерій Стюдента. Отримані значення критерію Стюдента не перевищували критичних значень для всіх категорій, що свідчить про ідентичність груп на етапі початку експерименту. Аналіз статистичних даних педагогічного експерименту підтвердив позитивні тенденції в успішності студентів фахових інженерних коледжів у контексті засвоєння навчального матеріалу інтегративного курсу фізики, що було досягнуто завдяки впровадженню нової методики. Результати дослідження в експериментальних групах підтверджують їхню статистичну достовірність. Експертною оцінкою підтверджено педагогічну ефективність робочих навчальних програм інтегративного курсу фізики.

Ключові слова: методика навчання фізики, фахова передвища освіта, інтегративний курс фізики, освітній процес, інновації, студентоцентроване навчання, професійно спрямоване навчання, компетентність, критичне мислення, здобувачі освіти, освітнє середовище, STEM, лабораторні роботи, задачі.

ANNOTATION

Bevz A.V. Methodology of Professionally Oriented Physics Teaching in Institutions of Professional Pre-Higher Education – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 014 Secondary Education (Physics and Astronomy). – Central Ukrainian State University named after Volodymyr Vynnychenko, Kropyvnytskyi, 2025.

This dissertation provides a comprehensive analysis of psycho-pedagogical and scientific-methodological literature, the Laws of Ukraine «On Education», «On Professional Pre-Higher Education», «On Complete General Secondary Education», the Education Development Strategy for 2022-2032, and the National Doctrine of Education Development. It substantiates the necessity of defining the learning objectives for an integrative physics course in institutions of professional pre-higher education in the engineering field in accordance with the outlined strategy for the development of professional pre-higher education system for 2022-2032.

The study explores contemporary trends in engineering education, emphasizing the integration of fundamental and applied knowledge. It is demonstrated that the effectiveness of mastering physics disciplines in professional pre-higher education depends on the adaptation of curricula to the professional needs of students.

The structure and content of the student-centered learning principle are determined as a harmonization of competency formation and learning outcomes. Discrepancies in the content of educational-professional programs for the specialties 123 Computer Engineering, 174 Automation, Computer-Integrated Technologies, and Robotics, 131 Applied Mechanics, 133 Industrial Mechanical Engineering, and 274 Automotive Transport are identified. The study substantiates the principles of the four-fold approach in teaching the integrative physics course: harmonization, competencies, student-centeredness, and learning outcomes. The possibilities of applying an interdisciplinary approach in teaching the integrative physics course are considered, facilitating students' ability to independently analyze engineering problems and develop optimal technological solutions.

Based on the five goals of Ukraine's Education Development Strategy until 2032, the principles of student-centered learning are identified according to the Tuning Project methodology, and a triadic paradigm for shaping the educational trajectory of the integrative physics course in professional pre-higher education for the engineering field is formulated. On this basis, directions for updating standards, educational-professional programs, curricula, and syllabi for professional pre-higher education are determined. Key performance indicators of learning are defined, considering the level of professional competence formation, the ability to apply acquired knowledge in real production conditions, and the development of students' engineering thinking.

It is concluded that the structure and content of the integrative physics course for the engineering field in professional pre-higher education, taking into account general technical and specialized disciplines, are formed based on the concept of theoretical generalizations of cross-cutting concepts, ensuring a continuous connection between theory and practice.

A model of the concept for the development of professional pre-higher education is formulated, emphasizing not a multitude of academic subjects, modules, and subject content but the ability of a specialist to demonstrate the practical implementation of acquired knowledge in professional activities. Based on this, a methodology for profession-oriented student-centered teaching of the integrative physics course for professional pre-higher education students in the engineering field under conditions of educational, scientific, and industrial complexes is developed and experimentally verified.

The feasibility and expediency of establishing a separate college unit within such a structure, enabling the integration of working curricula, identification of fundamental integrative subjects, and recognition of the integrative physics course as one of the key disciplines, are substantiated.

The integrative physics course in institutions of professional pre-higher education is defined as a course aimed at studying and applying physical principles, laws, concepts, and theories for developing new technologies, solving engineering problems, and optimizing technological processes. This ensures a high level of

cognitive engagement among students in the educational process, consequently fostering the motivated development of critical thinking and practical skills, which enhances their independence.

The key feature of the integrative physics course in engineering colleges is its practical orientation, focusing on the study of specialized disciplines. The main principles of forming the methodology for teaching the integrative physics course in institutions of professional pre-higher education are identified.

The specificity of the concept of the methodology for teaching the integrative physics course is defined as a system of approaches and methods aimed at the comprehensive and practice-oriented mastery of physical knowledge by students, taking into account their future professional activities. An adaptation algorithm for the methodology of teaching physics to the needs of specific specialties is proposed, which involves the development of educational cases integrated with production processes and the use of digital tools for modeling physical processes in professional activities.

Based on the developed concept of methodological system development in professional pre-higher education, the foundations of the methodological system are established, pedagogical conditions for implementing the educational environment of a professional engineering college in the teaching of the integrative physics course are determined, and the cross-cutting introduction of the integrative physics course into the teaching process of specialized disciplines is considered as a core aspect of advanced education, ensuring the formation of competencies necessary for analyzing situations and critical thinking.

A system of educational and methodological materials, including working curricula, methodological support for studying integrative physics courses for educational-professional programs of the specialties 131 Applied Mechanics, 133 Industrial Mechanical Engineering, 274 Automotive Transport, 123 Computer Engineering, and 174 Automation, Computer-Integrated Technologies, and Robotics for engineering colleges, has been developed and tested.

A methodology for solving integrative problems is proposed, based on a system of theoretical and practical concepts in mathematical, physical, and engineering

activities. This methodology employs a systematic approach that includes specific methods, quantitative assessment of options, and innovative thinking. A system of practice-oriented problems has been created separately for each specialty in engineering colleges, including a system of experiments, practical and laboratory work, and projects, ensuring effective learning of topics according to the working curricula of each educational-professional program. The topics of experiments, practical, and laboratory work were determined based on the conclusions of the expert review of working curricula and competency standards of the specialties.

During the pedagogical experiment, it was proven that the implementation of the developed methodology for teaching the integrative physics course in engineering institutions of professional pre-higher education through the solution of professionally oriented physics problems and the execution of professionally directed laboratory work contributes to the formation of a competitive specialist in the engineering field. The problem-solving and laboratory work develop creative thinking, innovative creativity, aesthetic taste, attention, and logical thinking while forming key and specialized competencies and professional skills required for future engineering specialists.

During the experimental verification of the developed methodology for profession-oriented physics teaching-the integrative physics course in institutions of professional pre-higher education in the engineering field-stable trends in increasing student motivation and the quality of their knowledge were observed.

It is confirmed that the implementation of the created methodology contributes to the development of students' mental abilities and the improvement of their professional training level. The pedagogical effectiveness of the developed methodology for teaching the integrated physics course was experimentally verified in the educational process of professional pre-higher education. To verify the initial level of students' preparation in the control and experimental groups before the start of the experiment, Student's t-test was used. The obtained values of Student's t-criterion did not exceed the critical values for all categories, which indicates the identity of the groups at the beginning of the experiment. The analysis of statistical data from the pedagogical experiment confirmed positive trends in the academic performance of

students in professional engineering colleges in the context of mastering the educational material of the integrated physics course, which was achieved through the implementation of the new methodology. The research results in the experimental groups confirm their statistical reliability. The pedagogical effectiveness of the work curricula of the integrated physics course was confirmed by expert evaluation.

Keywords: physics teaching methodology, professional pre-higher education, integrative physics course, educational process, innovations, student-centered learning, professionally oriented learning, competence, critical thinking, educational process, students, educational environment, STEM, laboratory work, tasks.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Садовий М.І., Бевз А.В. Мотиваційна діяльність викладача фізики у закладах вищої освіти І-ІІ рівня акредитації на засадах індивідуального підходу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Т. 2. №. 173. С. 174-177.
2. Бевз А. В. Особливості методів навчання фізики і астрономії у коледжах на засадах індивідуального підходу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Т. 1. №. 177. С. 30–34.
3. Бевз А. В. Структура методичної системи професійного спрямування навчання інтегративного курсу фізики та астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 183. С. 177–179. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2019-1-183-177-179>.
4. Бевз А. В. Особливості формування професійної компетентності фахових молодших бакалаврів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2020. Вип. 191. С. 212–216. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-191-212-216>.
5. Бевз А. В. Формування спеціальних компетентностей з фізики випускника закладу фахової передвищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 198. С. 202–205. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-202-205>.
6. Бевз А. В. Структурно-змістова компонента курсу фізики і астрономії при формуванні професійної компетентності у закладах фахової передвищої освіти інженерного профілю. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 201. С. 150–155. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-150-155>.
7. Бевз А. В. Результати педагогічного експерименту з перевірки ефективності моделі методичної системи навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. №. 212. С. 188–192. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-188-192>.

Публікації у періодичних наукових виданнях інших держав:

8. Дробін А.А., Гайда В.Я., Бевз А.В. Формування природничо-наукової та самоосвітньої компетентності на прикладі предметної компетентності з фізики та астрономії. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, VIII (94), Issue: 236, Budapest, 2020 Sept. p. 22-25. e-ISSN 2308-1996. <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2020-236VIII94-05>.

Публікації у наукових виданнях інших держав:

9. Anna Bevz. Features of Physics Education of Students Of Vocational Colleges Of Engineering During Covid-19 / Current problems of harmonization of personality development in the modern educational space. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021; P. 149–158. URL: https://www.wsia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/11_2021.pdf.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Посібники:

10. Бевз А. В., Садовий М. І. Збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту: навчально-методичний посібник. Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 112 с.

11. Бевз А. В., Садовий М. І. Фізика. Професійно орієнтовані лабораторні роботи: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 72 с.

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

12. Бевз А.В. Використання освітніх цифрових платформ у навчанні курсу фізики і астрономії. *Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти* : матеріали наук.-практ. конф., 12-13 вересня 2019 року, м. Херсон, 2019. С. 90–91.

13. Бевз А.В. Структура методичної системи курсу фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. IX Міжнарод. наук.-практ. онлайн-інтернет конференції, 18-29 листопада 2019 року, м. Кропивницький, 2019. С.65-67.

14. Бевз А.В. Використання освітніх цифрових платформ для дистанційного навчання фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. X Міжнарод. наук.-практ. онлайн-інтернет конференції, 25 травня – 4 червня 2020 року, м. Кропивницький, 2020. С. 35-37.

15. Бевз А.В. Формування професійної компетентності фахових молодших бакалаврів під час навчання фізики. *II Шкловські читання «Проблеми сучасних природничо-математичних наук та методик їх викладання»*: матер. II Міжнародної науково-практичної конференції, 28–29 жовтня 2020 року, м. Глухів, 2020. С. 49.

16. Бевз А.В. Методичні аспекти впровадження професійно спрямованого навчання фізики у фахових коледжах. *Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в Україні*: матер. Всеукраїнської науково-практичної конференції 16-17 вересня 2021 року, м. Херсон, 2021. С. 3–4.

17. Бевз А.В. Компетентності випускника інженерного фахового коледжу, що формуються на заняттях з фізики. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. XI Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 07 травня – 14 травня 2021 р., Кропивницький, 2021. С. 92-94.

18. Бевз А.В. Дидактична модель формування професійної компетентності у інженерних фахових коледжах при вивченні курсу фізики і астрономії. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. XII Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 01-16 листопада 2021 року, м. Кропивницький, 2021. С. 62.

19. Бевз А.В. Цифровізація навчання курсу фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти інженерного спрямування. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. XIV Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 20 листопада – 08 грудня 2022 року, м. Кропивницький, 2022. С. 97–100.

20. Бевз А.В. Аналіз зв'язку програм загальноосвітнього курсу фізики і астрономії та програм основних спецдисциплін фахових інженерних коледжів. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. XV Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції присвяченій 95-й річниці з Дня народження академіка Національної академії педагогічних наук С.У.Гончаренка, 20–24 червня 2023 року, м. Кропивницький, 2023. С. 104–105.

21. Бевз А.В. Окремі особливості методики навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах. *Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті* : матер. XVI Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції, 20 листопада – 14 грудня 2023 року, м. Кропивницький, 2023. С. 92–93.

22. Бевз А.В. Система навчання інтегративного курсу фізики та технічних дисциплін в інженерному коледжі в умовах ННВК. *Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті*: матер. XVII Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції, 20–27 червня 2024 року, м. Кропивницький, 2024. С. 23–24.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	18
ВСТУП	19
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ІНТЕГРАТИВНОГО КУРСУ ФІЗИКИ У ІНЖЕНЕРНІЙ ФАХОВІЙ ПЕРЕДВИЩІЙ ОСВІТІ	27
1.1. Взаємозв'язок практико-орієнтованого навчання та його результатів у зкладах фахової передвищої освіти інженерного профілю за студентоцентрованого навчання	27
1.2. Методологічні основи професійного спрямованого навчання інтегративних курсів в інженерних коледжах	46
1.3. Особливості формування методичної системи навчання інтегративного курсу фізики у фаховому інженерному коледжі в умовах навчально-науково- виробничого комплексу	66
Розділ 2. МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ НАВЧАННЯ ІНТЕГРАТИВНОГО КУРСУ ФІЗИКИ ІНЖЕНЕРНИХ ФАХІВЦІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ	86
2.1. Дидактична модель професійно спрямованого навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах	86
2.1.1. Особливості методів навчання інтегративного курсу фізики у навчально-науково-виробничих комплексах на засадах студентоцентрованого підходу	86
2.1.2. Місце загальноосвітнього курсу фізики у формуванні фахових компетентностей студентів ЗФПО інженерного спрямування	100
2.2. Формування професійних та фахових компетентностей за студентоцентрованого навчання інтегративного курсу фізики	109
2.3. Структура і зміст методики навчання інтегративного курсу фізики у зкладах фахової передвищої освіти	132
2.4. Методика використання професійно орієнтованих завдань в інтегративному курсі фізики ЗФПО інженерного спрямування	158

2.4.1 Методичні особливості застосування практико-орієнтованих задач	158
2.4.2 Особливості фізичного експерименту з інтегративного курсу фізики у ЗФПО інженерного спрямування.....	180
Розділ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ІНТЕГРАТИВНОГО КУРСУ ФІЗИКИ	201
3.1. Організація педагогічного експерименту.....	201
3.2. Результати педагогічного експерименту.....	210
3.3. Експертна оцінка робочих навчальних програм інтегративного курсу фізики для інженерних спеціальностей ЗФПО.....	230
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	236
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	239
ДОДАТКИ	276

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ВСП – відокремлений структурний підрозділ
- ЄКТС – європейська кредитно-трансферна система
- ЗЗСО – заклади загальної середньої освіти
- ЗВО – заклади вищої освіти
- ЗП(ПТ)О – заклад професійної (професійно-технічної) освіти
- ЗУ – закон України
- ЗФПО – заклади фахової передвищої освіти
- ІК – інтегративний курс
- ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології
- ІКФ – інтегративний курс фізики
- КІФК ЦНТУ – Кропивницький інженерний фаховий коледж
Центральноукраїнського національного технічного університету
- ННВК – навчально-науково-виробничі комплекси
- ОПП – освітньо-професійна програма
- САПР – системи автоматизованого проектування
- СФПО – система фахової передвищої освіти
- ФМБ – фаховий молодший бакалавр
- ФПО – фахова передвища освіта

ВСТУП

Актуальність дослідження. Згідно з вимогами Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки, затверджена Розпорядженням Кабінету Міністрів України №286-р від 23 лютого 2022 р., Закони України «Про освіту», «Про фахову передвищу освіту», «Про інноваційну діяльність», «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», Концепція розвитку природничо-математичної освіти до 2027 року (STEM-освіти), затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05 серпня 2020 року № 960-р, визначили основні орієнтири розвитку як у системи вищої, так і фахової передвищої освіти (ФПО) на сучасному глобалізованому етапі розвитку суспільства, зокрема в частині сприяння використанню інноваційних технологій і новітніх засобів навчання, розвитку дослідницьких інфраструктур, цифровізації, дотримання підходів до студентоцентрованого навчання, академічної доброчесності та ін. Економіка ХХІ ст. орієнтована на зростання продуктивності виробництва на основі створення інноваційного цифрового середовища, елементами якого є високий рівень розвитку науки, оптимізація виробничих процесів, інтеграція у виробництво нових технологій. Новітня освітня парадигма покликана забезпечити відповідність рівня підготовки фахівців інженерних спеціальностей запитам роботодавців на основі студентоцентрованого навчання, де гармонізується формування компетентностей з результатами навчання. Роботодавців більше цікавить готовність та уміння спеціалістів застосовувати сучасне обладнання та технології у виробничій діяльності, володіти навичками нової технічної культури цифровізованої праці, бути відповідальним, оперативно орієнтуватися у професійній виробничій ситуації з досягнення кінцевого результату.

Проблемами формування конкурентоздатних фахівців у закладах фахової передвищої освіти займалися С. Бажан, М. Братко, А. Вітченко, М. Драбович, В. Дубінецький, Р. Курок, В. Лавренко, О. Макієвський, Т. Равчина, О. Рацул, М. Роздобудько, М. Садовий, К. Соцький, Т. Стойчик, Н. Тітова та ін.

Підготовці фахівців у коледжах присвятили свої праці іноземні дослідники В. Bloom, М. Engelhart, W. Hill, E. Furst та ін. Досвід організації професійної освіти і навчання Великої Британії розглянув С. Леу, організаційно-педагогічні основи формування комунікативної культури студентів Австрії вивчала Ю. Козаченко, тенденції розвитку освіти в країнах ЄС, США та Китаї розглянула О. Локшина та ін.

В цілому виділяється підхід, за якого організація освітнього процесу та пов'язана з ним практична підготовка є головним завданням освіти. За таких нових умов здобувачі освіти в майбутньому будуть готові приймати обґрунтовані технологічні та управлінські рішення. Набула розвитку дуальна освітня система ЗФПО у відокремлених структурних підрозділах університетів, на промислових підприємствах чи у складі навчально-науково-виробничих комплексів. Така освітня інноваційна інфраструктура з практичної підготовки фахівців, зокрема інженерної галузі, буде сприяти задоволенню запитів роботодавців, вимогам ринку праці. В основі визначеної системи лежать природничі науки і, зокрема, фізика. У закладах фахової передвищої освіти вивчається загальноосвітній курс фізики за навчальними програмами для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (авторські колективи О. Ляшенка та В. Локтева) та пропедевтичний фахово-орієнтований курс фізики. Загальноосвітній курс здебільшого спрямований на забезпечення принципу політехнізму як засобу взаємозв'язку із дидактичним принципом зв'язку навчання із практикою життя. Одночасно система стандартів ФПО, затверджені МОН України 20 квітня 2022 р., виокремлюють нормативний зміст підготовки здобувача фахової передвищої освіти, сформульований у термінах результатів навчання.

Дослідження проведені В. Білецьким, Т. Гуляєвою, С. Дембіцькою, Є. Руденком, А. Юрченком та ін., показали, що зміст професійно зорієнтованого курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти (ЗФПО) є різним.

Крім цього, згідно зі стандартами у фахових коледжах інженерної галузі на різних спеціальностях передбачається вивчення фізичних основ

матеріалознавства, властивостей конструкційних матеріалів, наноматеріалів, робототехнічних комплексів, електроніки та ін. Студенти мають знати механіку твердого тіла, види механічних та електричних приводів, прикладну електродинаміку, фізичні основи функціонування верстатів, апаратів, роботів, аналізувати електрообладнання, контрольно-вимірювальні засоби, системи числового програмного керування та ін. Проте аналіз проведених досліджень та практичні результати навчання дають підставу зробити висновок про їх невідповідність запитам роботодавців до фахівців інженерної галузі, рівню запровадження інновацій в частині наближення освіти й виробництва, посилення процесів цифровізації, євроінтеграції та певною інертністю оновлення освітніх програм і матеріально-методичного забезпечення освітнього процесу в ЗФПО.

Аналіз стандартів і відповідно освітньо-професійних програм (ОПП) спеціальностей визначеної галузі, досліджень вчених М. Головка, Р. Гуревича, А. Гуржія, О. Закути, М. Кадемія, О. Пилипенко, Л. Скрипник, В. Федоренко та ін. привів до висновку, що існує невідповідність і між практичною підготовкою фахівців інженерної галузі ЗФПО, де значна частина належить фізичній складовій, та вимогами ринку праці регіонів.

Визначені невідповідності приводять до виникнення проблеми, яка в значній мірі може вирішуватися наступними шляхами: запровадження професійно спрямованого курсу фізики – інтегративного курсу фізики (ІКФ), який буде виконувати пропедевтичну і професійно зорієнтовану функції щодо навчання технічних і спеціальних дисциплін; створення організаційно-методичного комплексу навчання інтегративного курсу фізики, орієнтованого на розвиток практичних навичок і вмінь, які студенти можуть використовувати в інженерних і технічних коледжах. У цілому це сприяє покращенню фахової підготовки спеціалістів інженерної галузі.

Виходячи із визначених невідповідностей та проблем, сформульована тема дослідження **«Методика професійно спрямованого навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти».**

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.

Напрямок дослідження є складовою темою кафедри природничих наук і методик їхнього навчання «Система управління якістю підготовки майбутніх учителів природничих наук засобами інформаційно-цифрових технологій» (протокол № 1 від 03.09.2018) та визначений відповідно до тематичного плану наукових досліджень лабораторії дидактики фізики, технологій та професійної освіти Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України в Центральноукраїнському державному університеті імені Володимира Винниченка і є складовою темою: «Теоретико-методичні основи навчання фізики і технологій у загальноосвітніх і вищих навчальних закладах» (держ. реєстр №0116U005381).

Тему дисертаційної роботи затверджено на засіданні вченої ради Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 1 від 10.08.2022) та скориговано рішенням вченої ради Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка (протокол №4 від 1 жовтня 2024 року).

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити робочі навчальні програми та методичне забезпечення навчання інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти інженерної галузі.

Об'єкт дослідження: освітній процес у закладі фахової передвищої освіти інженерної галузі.

Предмет дослідження: методика навчання професійно спрямованого інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати спеціальну літературу з проблем специфіки методики навчання інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти.
2. Теоретично обґрунтувати, розробити й експериментально перевірити методику професійно спрямованого студентоцентрованого навчання

інтегративного курсу фізики здобувачів освіти у ЗФПО інженерної галузі в умовах навчально-науково-виробничих комплексів (ННВК).

3. Створити та апробувати робочі навчальні програми, методичне забезпечення вивчення інтегративних курсів фізики для ОПП спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт; 123 Комп'ютерна інженерія; 174 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка для інженерних коледжів.

4. Сформуванати систему демонстрацій та систему задач, розробити методичні рекомендації для здобувачів освіти ЗФПО інженерної галузі з вивчення інтегративного курсу фізики.

5. Експериментально перевірити в освітньому процесі ЗФПО педагогічну ефективність розробленої методики навчання інтегративного курсу фізики.

Методи дослідження. Теоретичні – аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, висновки для розробки й реалізації понятійно-категоріального апарату дослідження; вивчення узагальнення педагогічних умов управління освітнім процесом практичної підготовки фахових молодших бакалаврів інженерної галузі технічних спеціальностей в середовищі інтегративного курсу фізики в умовах ННВК (п. 1.1-1.3, п. 2.1); емпіричні – анкетування, тестування, бесіди (п. 3.1-3.3); системні – аналіз та узагальнення результатів практичної й теоретичної підготовки фахівців інженерних коледжів із урахуванням вимог інтегративності курсу фізики та сучасної виробничої діяльності (п. 2.1-2.4); педагогічний експеримент проводився з метою перевірки ефективності розробленої методики професійно спрямованого навчання інтегративного курсу фізики в коледжах інженерної галузі (п. 2.3-2.4, п. 3.1-3.2).

Дослідна та експериментальна діяльність з теми дослідження проводилася в три етапи впродовж 2019-2024 н. р. у Відокремленому структурному підрозділі «Кропивницький інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету» (ВСП «КІФК ЦНТУ»), де постійно працює пошукувач викладачем фізики і астрономії. Згідно з розробленими

навчально-методичними матеріалами експериментальна робота проводилася на базі Київського механіко-технологічного фахового коледжу, ВСП «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя», ВСП «Гірничо-електромеханічний фаховий коледж Криворізького національного університету», ВСП «Світловодський політехнічний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету», Державний навчальний заклад «Тернопільський центр професійно-технічної освіти». До експерименту було залучено 782 студента.

Наукова новизна одержаних результатів:

– *вперше* дано цілісне означення інтегративного курсу фізики як системи спеціальних, галузево спрямованих предметних компетентностей; теоретично обґрунтовано, розроблено й експериментально перевірено методику професійно спрямованого студентоцентрованого навчання інтегративного курсу фізики майбутніх фахівців інженерної галузі у ЗФПО в умовах ННВК; створено, апробовано та упроваджено робочі навчальні програми, методичне забезпечення вивчення інтегративних курсів фізики для ОПП спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт; 123 Комп’ютерна інженерія; 174 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка для інженерних коледжів;

– *уточнено* зміст принципу студентоцентрованого навчання здобувачів освіти ЗФПО як гармонізацію формування компетентностей та результатів навчання;

– *подальшого розвитку* набули поняття результати пізнавальної діяльності здобувачів освіти інженерної галузі, формування цифрової компетентності

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці плану навчання інтегративного курсу фізики (Додаток Б), що забезпечує удосконалення форм і методів організації практико-орієнтованого процесу навчання в інженерних коледжах, створює умови для реалізації інноваційних напрямків освітнього процесу.

Крім цього, сформульовані у дослідженні теоретичні положення та висновки можуть використовуватись у процесі організації та управління практичною підготовкою фахових молодших бакалаврів інженерних спеціальностей в умовах ННВК, що здійснюється на базі галузевих виробничих підприємств та установ.

Матеріали дисертаційного дослідження **впроваджено** в роботу Відокремленого структурного підрозділу «Кропивницький інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету» (довідка № 72 від 24.11.2023), Київського механіко-технологічного фахового коледжу (довідка № 1051/01-06 від 09.11.2023), Державного навчального закладу «Тернопільський центр професійно-технічної освіти» (довідка № 89 від 05.02.2025), Відокремленого структурного підрозділу «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» (довідка № 2/19-577 від 31.05.2023), Відокремленого структурного підрозділу «Гірничо-електромеханічний фаховий коледж Криворізького національного університету» (довідка № 71 від 29.01.2025), Відокремленого структурного підрозділу «Світловодський політехнічний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету» (довідка № 25/02-02 від 30.01.2025).

Особистий внесок здобувача в роботах, виконаних у співавторстві, полягає в реалізації методики професійно спрямованого навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти, а саме: розглянуто питання формування предметної компетентності випускника закладу фахової передвищої освіти [75], розроблено інструкції до виконання професійно спрямованих лабораторних робіт [20], розроблено задачі професійно-орієнтованого змісту [19]. Описано необхідність мотивації освітньої діяльності та ефективність мотивації студентів інженерних коледжів при вивченні фізики, проаналізовано та визначено групу умов використання наукових фактів у навчанні фізики [210], зроблено внесок у розробку навчальної програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень) [279].

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження були апробовані на різного рівня конференціях: *міжнародних*: «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (Кропивницький, 2019, 2020, травень 2021, листопад 2021, грудень 2022, червень 2023), «Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті» (Кропивницький, 2023, 2024), «II Шкловські читання «Проблеми сучасних природничо-математичних наук та методик їх викладання» (Глухів, 2020); *всеукраїнських*: «Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в Україні» (Херсон, 2021); *регіональних*: «Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти» (Херсон, 2019).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження відображені у 22 публікаціях, з них 18 – одноосібні. Основні наукові результати дисертації представлені у 9 статтях, з них 7 опубліковані у наукових фахових виданнях України, 1 – у періодичному виданні іноземної держави, 1 – у виданні іноземної держави (колективна монографія). До праць апробаційного характеру відносяться: 2 навчальних посібника, 11 тез. Загальний обсяг публікацій становить 15,3 авт. арк., з них 9,76 авт. арк. – частка, що належить здобувачеві.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (328 найменувань). У дослідженні представлено 23 таблиці, 50 рисунків, 13 додатків. Повний обсяг дисертації 356 сторінок.

Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ІНТЕГРАТИВНОГО КУРСУ ФІЗИКИ У ІНЖЕНЕРНІЙ ФАХОВІЙ ПЕРЕДВИЩІЙ ОСВІТІ

1.1. Взаємозв'язок практико-орієнтованого навчання та його результатів у закладах фахової передвищої освіти інженерного профілю за студентоцентрованим навчанням

Стратегічні цілі розвитку вищої освіти на період до 2032 р. затверджені розпорядженням Кабінету Міністрів України №186-р від 23 лютого 2022 р. [193], Закони України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про фахову передвищу освіту» [182; 190; 194] є основними орієнтирами для розвитку і змістової складової освітнього процесу ЗФПО. На рис. 1.1.1 окреслені стратегічні орієнтири і виділені ті, виконання яких у тій чи іншій мірі буде сприяти поліпшенню навчання здобувачів освіти інженерної галузі, в тому числі й засобами інтегративного курсу фізики. Це, насамперед: використання інноваційних технологій і новітніх засобів навчання, розвиток проєктно-дослідницької діяльності, дотримання студентоцентрованого підходу до організації освітнього процесу, забезпечення компетентної, якісної, освітньо-наукової, конкурентоздатної діяльності, підтримка обдарованих особистостей, дуальна форма здобуття освіти, забезпечення привабливості до навчання і кар'єри.

Будь-яка стратегія ефективна, коли до неї є довіра закладів освіти, бізнесу, громадян України. Зокрема, психолого-педагогічні дослідження показали неоднозначність довіри до нинішньої системи незалежного оцінювання, в якій би формі воно не проводилося [193]. Довіра в значній мірі залежить від співпраці й партнерства бізнесу та закладів освіти, якості освіти, яка в прямій залежності від організації освітнього процесу й академічної доброчесності.

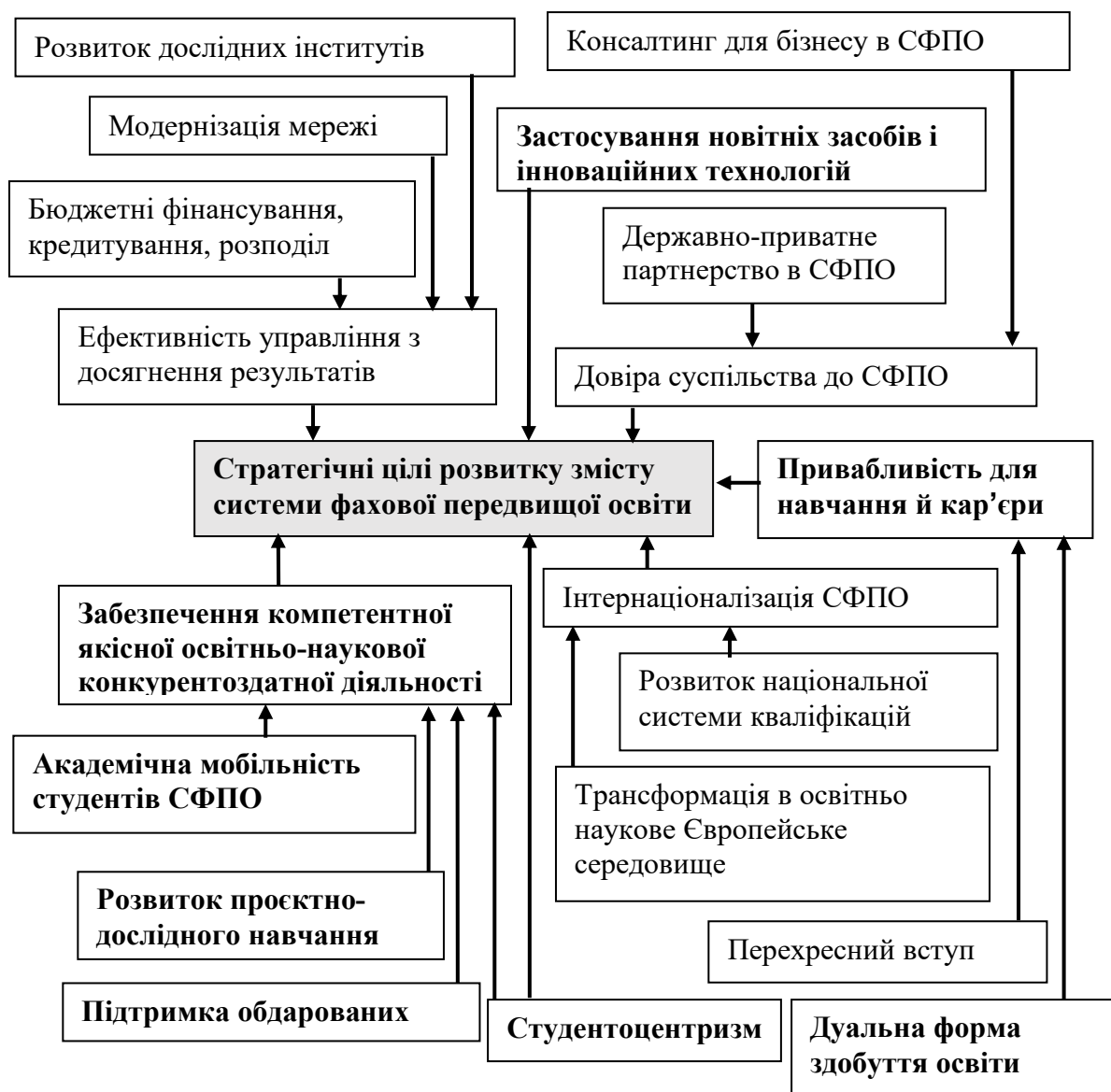


Рис. 1.1.1. Стратегічні цілі розвитку системи фахової передвищої освіти (СФПО) на 2022-2032

Реалізація окреслених стратегічних цілей в значній міні залежить від запровадження інтегративного практико-орієнтованого курсу фізики у коледжах інженерної галузі, що сприяє покращенню мотивації до навчання обдарованої молоді, в певній мірі сприяє академічній мобільності студентів та розширенню можливостей навчатися за кордоном за державної цільової програми.

Досягнення результатів навчання прямо залежить від привабливості системи закладів освіти, від реалізації студентоцентрованого навчання, дуальної форми здобуття освіти тощо. Таким чином, очікуваним результатом реалізації завдань, що впливають із визначальних документів, є впровадження інновацій,

які б задовольняли потреби здобувачів освіти, мали б гідну репутацію та сприяли формуванню конкурентоспроможних випускників коледжів на внутрішньому та світовому ринку освітніх послуг. Світова практика свідчить, що цього можна досягти за студентоцентрованого навчання [268].

Перші висновки про студентоцентроване навчання, орієнтоване на результати навчання, були зроблені у другій половині XX століття в роботах J. Watson та B. Skin (США) [126; 148; 259; 268].

R. Mager у 1960–1970 рр. продовжив розвивати їх ідеї і ввів спеціальне позначення *instructional goals* для результатів навчання. Починаючи з 90-х років XX ст., такий напрямок розвивався у Великобританії, Австралії, Новій Зеландії та Південній Африці [126; 148; 259]. Накопичений досвід з початком XXI ст. поширився в Данії, Швеції, Ірландії і поступово охопив всю Європу. Цьому сприяв розвиток Болонського процесу, орієнтири міжнародного проєкту «Гармонізація освітніх структур в Європі», Тюнінг (Tuning educational structures in Europe, TUNING) [303].

Методологію студентоцентрованого навчання можна віднайти в матеріалах проєкту Тюнінг [303], де акцент зроблено на моніторинг результатів навчання, на основі якого розробляються освітні програми.

В Законі України «Про вищу освіту» вказано, що студентоцентроване навчання є підходом до організації освітнього процесу, що передбачає: заохочення здобувачів вищої освіти до ролі автономних і відповідальних суб'єктів освітнього процесу; створення освітнього середовища, орієнтованого на задоволення потреб та інтересів здобувачів вищої освіти, зокрема надання можливостей для формування індивідуальної освітньої траєкторії; побудову освітнього процесу на засадах взаємної поваги і партнерства між учасниками освітнього процесу [182].

У Стратегії розвитку вищої освіти на період 2022-2032 рр. окремо виділено завдання: заклади освіти повинні диверсифікувати освітні пропозиції та оновлювати зміст освіти з метою задоволення зростаючих потреб у розвитку інноваційного та критичного мислення, підприємницьких та лідерських навичок,

розвивати гнучкі освітні траєкторії на основі студентоцентрованого підходу [193].

Президент НАПН України В. Кремень обґрунтував людиноцентризм як сучасний стан людського буття в його духовних вимірах фіксує стадію його переходу від локально-стабільного до інтегративного рівня. «...Це той «гострий» період суспільної історії, коли відбувається зміна духовно-культурної свідомості цивілізації, що обумовлює необхідність переорієнтації освіти на нові виміри духовності людини. У силу цього починаються трансформації освіти в напрямку нових утворень, які актуалізують запити часу. Сьогодні такий запитом є людина у виявленні можливостей її подальшого розвитку. Враховуючи зміни, які відбулися в світі, в соціумі, в державі, потрібно орієнтувати освіту і виховання на їх вимір людиною, тобто на людиноцентризм. З цієї позиції завдання національної освіти – характеризувати буття людини в її особистісній унікальності, що концентрує увагу освітньої діяльності в її педагогічній поліфонії на розвиток творчих потенцій людини, які засновані на розумі, знанні, мудрості, «душевному відчутті», «пізнанні серцем». На всьому тому, що перетворює людину в особистість. Це – кредо сучасної «освіти людиноцентризму...» [120, с. 327-378], це – сучасний стан людського буття в його духовних вимірах, що фіксує стадію його переходу від локально-стабільного до інтегративного рівня, той «гострий» період суспільної історії, коли відбувається зміна духовно-культурної свідомості цивілізації, що обумовлює необхідність переорієнтації освіти на нові виміри духовності людини.

А. Сингаївська детально розглядає закономірності формування студентоцентрованого середовища вищої школи через феномен учіння [224].

Методологічні виміри студентоцентрованого навчання досліджує М. Чумак [289].

D. Brandes, P. Ginnis, S. Lea, D. Stephenson, J. Troy і V. Barnes досліджували принципи студентоцентрованого навчання [306; 319].

Виходячи з приведеного, впливає висновок про неоднозначність як визначення, так і різних характеристик студентоцентрованого навчання. Узагальнюючи наукові здобутки дослідників, ми прийшли до висновку про доцільність цілісно з компетентнісним та результативним підходами у навчанні студентів ЗФПО розглядати і студентоцентрований підхід. Вони в цілому складають триєдину парадигму формування освітньої траєкторії здобуття фахової підготовки студентів коледжів, орієнтовану на переміщення наголосу з організації викладання навчальних дисциплін ОПП на самоорганізоване навчання студентів. Відповідно змінюється роль викладачів, посилюються мотиваційні і соціальні сторони освітнього процесу. Тоді акцент переноситься на самостійне й активне навчання з досягнення цілей та результатів. Це зумовлює формування індивідуальної траєкторії навчання здобувачів освіти.

Безумовно в основі мають бути стандарти спеціальностей ФПО, але необхідно забезпечити формування критичного мислення студентів, їх ставлення до оволодіння якісними знаннями й загальними та професійними навичками, які необхідні для майбутнього життя.

Висновки вчених щодо технології накопичення кредитів європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС) та студентоцентрованого навчання студентів співпадають із висновками, викладених у Довіднику користувача ЄКТС і складають ядро студентоцентрованої моделі освіти у ЗФПО [84]. Таке середовище сприяє прозорості й зрозумілості освітнього процесу й стимулює позитивні зміни в ОПП.

В. Кремень за головну визначеність освітньої діяльності вважає наповнюваність освітнього процесу гуманістичним змістом, що означає перетворення учня з «об'єкта» в «суб'єкта» освітньої діяльності, тобто людиноцентризм філософії як умови розвитку національної духовності знаходить своє логічне продовження в освіті. Відповідно, логічним є перенести акцент навчання на напрям «суб'єкт-суб'єкт» [120, с. 374].

Тоді на підставі приведених висновків навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО інженерної галузі з точки зору студентоцентрованого підходу

розуміється як перетворення студента із «об'єкта» в «суб'єкта» освітньої діяльності, така психолого-педагогічна організація навчання, де на перший план ставляться потреби, розкриваються потенційні ресурси навчання, забезпечується розвиток інтересів та здібностей студента, а не тільки передача знань від викладача. За такого підходу забезпечується висока активізація розумової діяльності студентів в освітньому процесі з використанням проблемного, дослідницького та пошукового методів навчання, а відповідно й мотивований розвиток критичного мислення та набуття практичних навичок, що підвищує самостійність. На підставі приведеного аналізу ми визначили основні потенційні ресурси студентоцентрованого навчання (рис. 1.1.2).

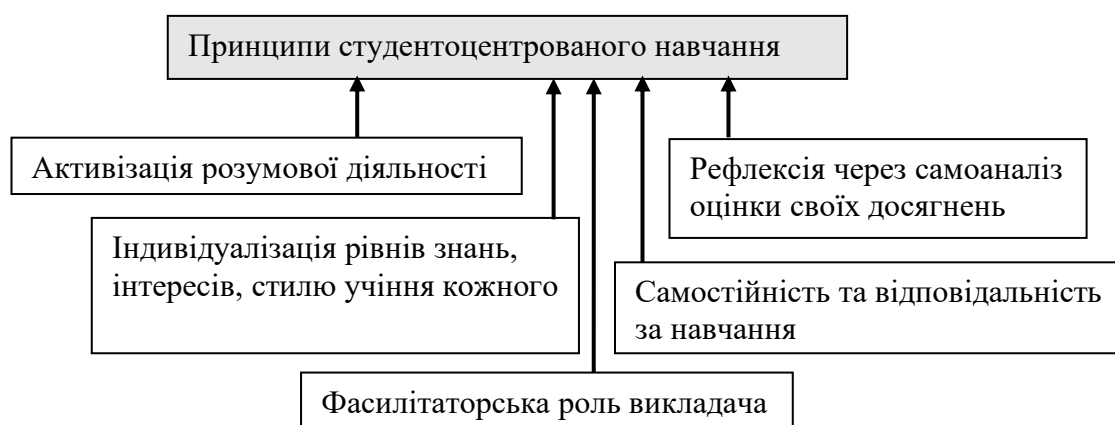


Рис. 1.1.2. Потенціальні ресурси студентоцентрованого навчання в ЗФПО

На основі визначених потенційних ресурсів, вимог Закону України «Про фахову передвищу освіту» та висновків дослідників ми сформуваємо схему реалізації студентоцентрованого навчання інтегративного курсу фізики та спецдисциплін у ЗФПО (рис. 1.1.3). Вона складається з 5 блоків: заохочення, автономність, відповідальність; освітнє середовище, індивідуальна траєкторія навчання; створення навчання на основі поваги й партнерства; практична спрямованість через гармонізацію розвитку компетентностей та результатів навчання; робота в групах та корпорація освітньої діяльності.



Рис. 1.1.3. Схема реалізації студентоцентрованого навчання інтегративного курсу фізики та спецдисциплін у ЗФПО

Таким чином в узагальненій формі студентоцентроване навчання є таким навчанням, де забезпечується гармонізація формування компетентностей з результатами навчання, підвищується гнучкість і практичність в сучасному професійно зорієнтованому середовищі.

Нині встановилася практика, що ОПП є відправною точкою для визначення компетентностей, результатів навчання, складання навчальних планів і робочих навчальних програм, що визначено стандартами відповідних спеціальностей коледжів. Особливістю є те, що ОПП підлягають постійному оновленню та удосконаленню. Проектом Тьюнінг окреслено, що освітня програма має розглядатися з точки зору комплексного єдиного цілого. Якраз удосконалення ОПП відкриває шлях до перегляду навчальних планів спеціальності та оновлення його компонентів у кредитах з обов'язковим зазначенням результатів навчання. Такий підхід окреслює можливе навантаження здобувачів освіти, види освітньої діяльності, методи навчання, форми оцінювання тощо.

Ефективність гармонізації компетентностей (компонентів) і результатів навчання, через призму студентоцентризму, здійснювалася за методикою складання матриць перевірки їх кореляції, яку запропоновано дослідниками С. Войтовичем, Т. Засєкіною, А. Кухом, В. Лаврененко, М. Садовим, Л. Скрипник, О. Трифоновою та ін. [102; 125; 126; 232]. Такі матриці дозволяють здійснювати деталізацію до рівня внеску в таку гармонізацію окремих тем.

Тоді можна виявити нерівномірності і диспропорції у змісті ОПП і здійснити її оновлення на засадах чотириєдиного підходу: гармонізація, компетентності, студентоцентризм, результати навчання. За такого підходу є перспективним пошук нових освітніх перспектив, формування зваженої навчальної ідеології й створення умов для розвитку викладацьких кадрів.

Отже, високого рівня фахівця коледжу інженерного спрямування можна сформувати за науково обґрунтованих ОПП виходячи із гармонізації компетентностей та результатів навчання.

Дослідники А. Вітченко, О. Востряков, К. Клименко, В. Лаврененко, С. Ніколаєнко, А. Сингаївська, М. Чумак [50; 111; 126; 155; 224; 289] вказують, що три четвертих складових ОПП мають бути студентоцентрованого спрямування з фундаментальним освітньо-науковим наповненням, яке пов'язане з практикою і охоплює компетентності та результати навчання, які окреслені у Стандарті та ОПП ЗФПО [245–250]. Результати навчання здобуваються в ході пізнавальної діяльності, яку, згідно з висновками Б. Блума, розглядаємо на 6 рівнях: знання, розуміння, застосування, аналіз, синтез, оцінювання, кожен із яких характеризується набором властивостей [305].

Поняття «результати навчання» ми формулюємо на основі понять, які визначають: *Tuning Educational Structures in Europe*, Закон України «Про вищу освіту», «Закон про освіту», Національний освітній глосарій: вища освіта, Національна рамка кваліфікацій та ін.

На основі аналізу Стандартів спеціальностей та ОПП інженерної галузі [245–250], приведених у офіційних документах визначень, враховуючи висновки вчених [39; 102; 123; 183; 245–250; 265; 277; 289], ми сформували узагальнену

структурно логічну схему результатів пізнавальної діяльності студентів ЗФПО, які складаються із 8 структурних елементів (рис. 1.1.4).

Конкретні результати навчання, як правило, відносяться до окремого освітнього модуля чи курсу навчання, згідно з визначеною освітньою програмою. Визначення кредитів для вивчення навчального курсу має бути науково обґрунтованим, критеріально обрахованим, експериментально перевіреном, спрямованим на результати навчання.

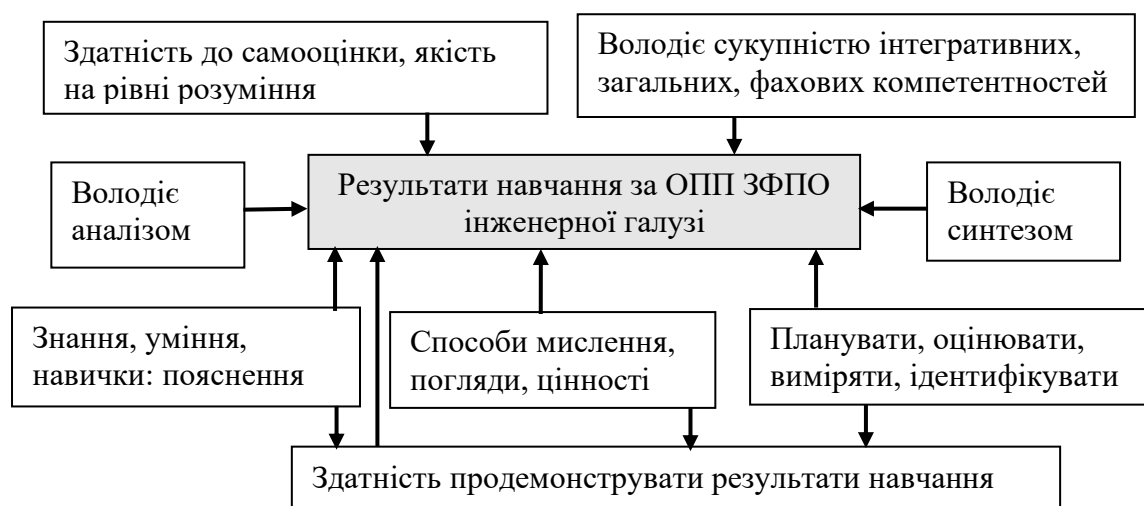


Рис. 1.1.4. Структура поняття результати навчання за ОПП ЗФПО інженерної галузі

Результати навчання охоплюють набуті компетентності, що виражаються в сукупності знань, умінь, навичок, цінностей, здатностей до практичного їх використання набутих знань, навчання впродовж всього життя [39; 102; 123; 183; 245–250; 265; 277; 289].

До результатів навчання відносять інтегративні, загальні та фахові компетентності, програмні результати навчання ОПП, які складають цілісну систему знань, умінь та навичок; рівні творчості та способи мислення; систему поглядів, світогляду та цінностей; набуті особистісні якості, що ідентифікуються, оцінюються, вимірюються, демонструються по завершенню освоєння освітньої програми і складають когнітивний блок: знайти, створити, впорядкувати, зберегти, описати, відтворити, визначити [245–250].

Результати якості на рівні розуміння знансєвих явищі і процесів студентами ЗФПО передбачають уміння аналізувати, синтезувати,

систематизувати, класифікувати, асоціювати, бачити зміни, прояснити очікуване, розшифровувати перетворення та побудови. Сюди відносяться навички опису фактів і спостережень; володіння логікою обговорення проблеми, уміння виділити, оцінити, пояснити, виразити, розширити, розпізнати, ідентифікувати, ілюструвати, інтерпретувати, зробити висновок, пояснити різницю між; мати відчуття передбачення, перегляду позиції, знаходження рішення тощо (рис. 1.1.4).

Важливим показником структури результатів навчання є рівень застосування (рис. 1.1.5), де визначені основні поняття результативності навчання. Вони складають множину з 15 основних показників, які можна згрупувати у 5 компонентів: демонструвати, обчислити, знайти; передбачити, виявити, перетворити, використати; модифікувати, змінити, вибрати, організувати; оцінити, завершити; планувати, розробити. На рисунку вони не згруповані за таким групуванням, оскільки кожен показник окремо виражає власну сутність. Проте всі вони спрямовані на досягнення цілісної мети, яка полягає у їх практичному застосуванні в досягненні результату.

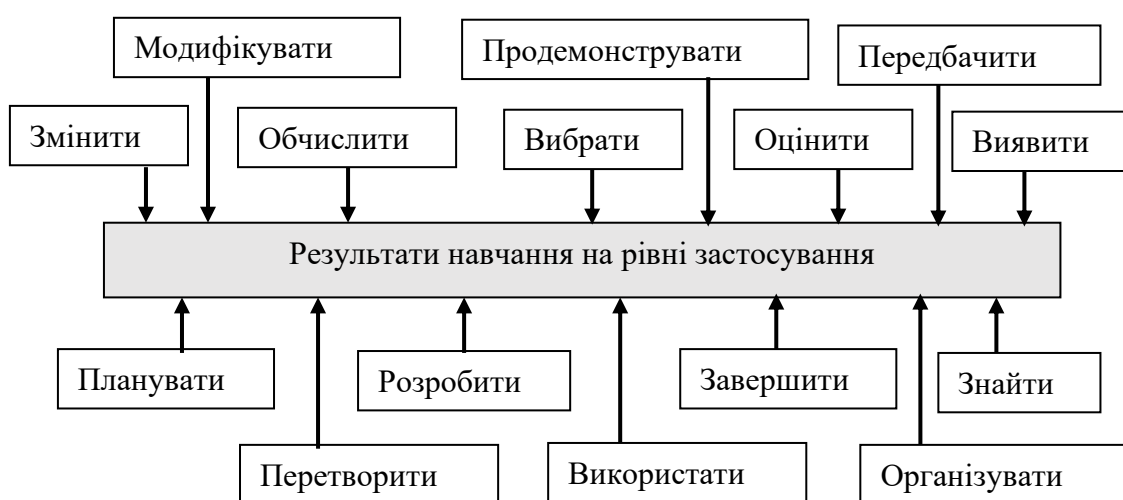


Рис. 1.1.5. Схема результатів навчання на рівні застосування

Важливим компонентом результату навчання в ЗФПО є здатність до дій. На рис. 1.1.6 показані компоненти результатів навчання на рівні здатності до дій. Він охоплює 15 показників, які більше відображають діяльнісний підхід у досягненні результатів навчання. Вказані на рис. 1.1.6 показники мають змістовий характер, як результат дій: вміти упорядковувати, досліджувати,

критикувати, порівнювати, класифікувати, робити висновки, проводити самоаналіз, експерименти та ін.



Рис. 1.1.6. Схема результатів навчання на рівні здатності до дій

На схемі поняття «Результати навчання за ОПП ЗФПО інженерної галузі» (рис. 1.1.4), важливе місце відведено компоненту «результати навчання на рівні синтезу», що передбачає формування специфічної бази понять (рис. 1.1.7) [205].



Рис. 1.1.7. Схема результатів навчання на рівні здатності до синтезу

Створений компонент містить 14 показників, яким властиві узагальнюючі, систематизуючі характеристики: поєднати, встановити взаємозв'язки, упорядкувати, інтегрувати, спланувати та ін.

З цього беруть початок трансформації освіти до нових утворень, які актуалізують запити часу. Нині таким запитом є студент у виявленні можливостей його подальшого розвитку [120]. Вказане відповідає принципу студентоцентризму і результатам навчання на рівні здатності до оцінювання цілісної діяльності та знаннєвих компетентностей. Схематично це показано на

рис. 1.1.8, де визначені компоненти оціночного характеру: рейтингувати, співставляти, встановлювати, аргументувати, рекомендувати, пояснювати та ін.

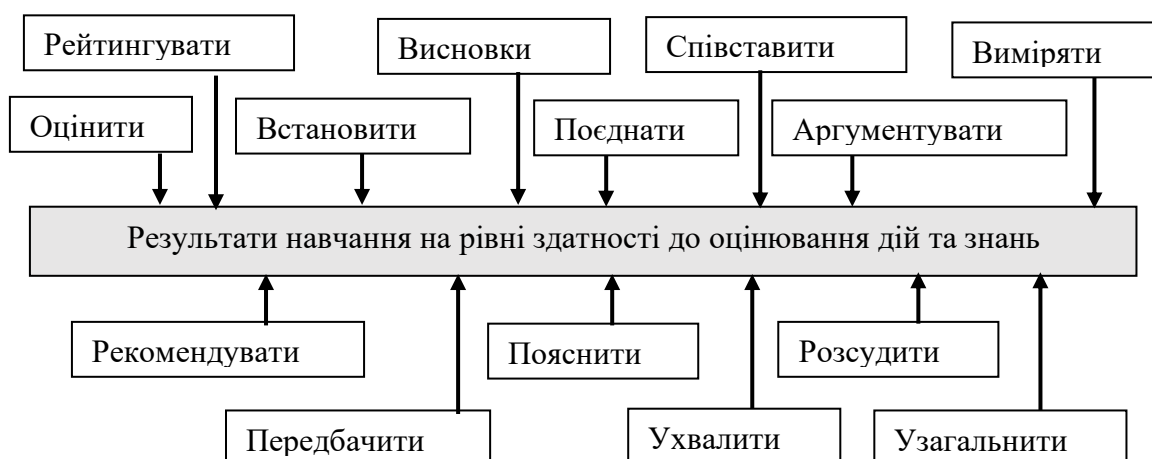


Рис. 1.1.8. Схема результатів навчання на рівні здатності до оцінювання цілісних дій та знань

Перераховані структурні елементи, зорієнтовані на результати навчання, є основою для формування студентоцентрованого освітнього середовища, яке передбачає створення оновленої методології побудови освітньої програми, що знайшла своє відображення у проєкті Тюнінг [120; 303] (рис. 1.1.9).

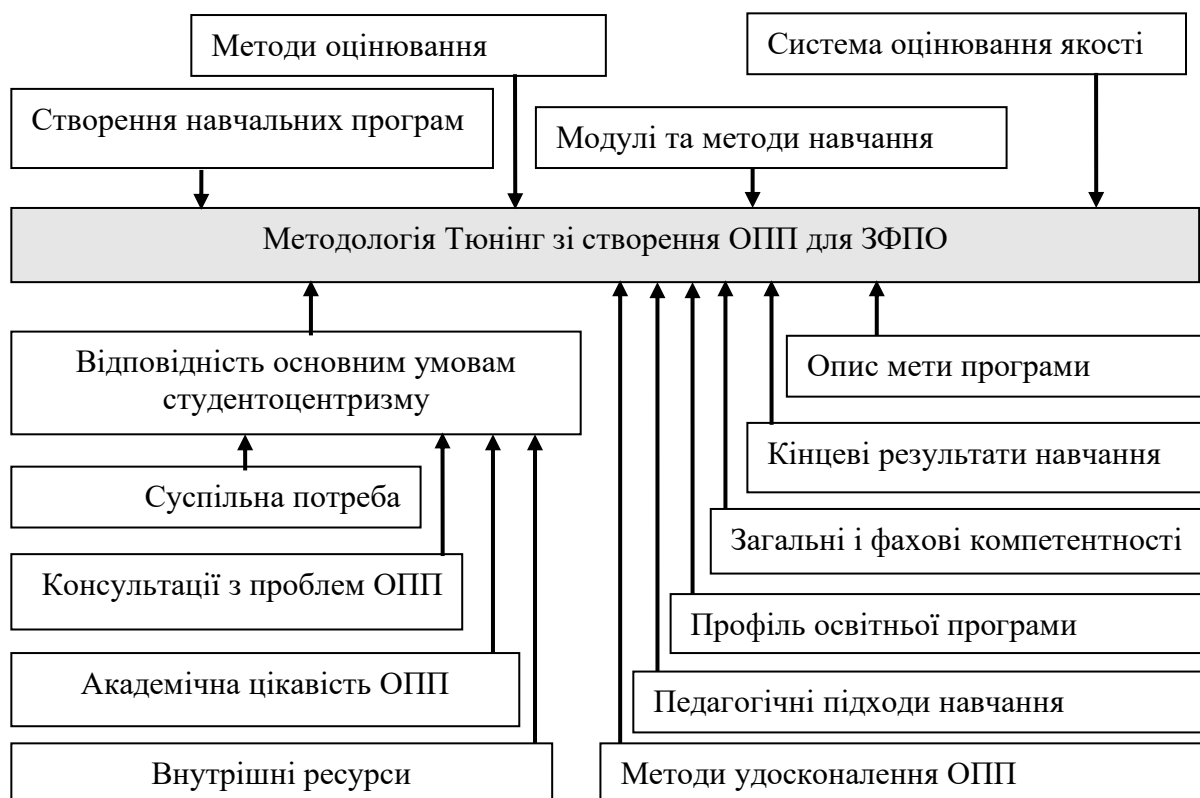


Рис. 1.1.9. Схема реалізації методології Тюнінг зі створення ОПП для ЗФПО

Згідно з проектом Тьюнінг, методологія формування та функціонування ОПП інженерної галузі фахової передвищої освіти окреслює самобутні властивості програми; регламентується галузь знань, а відповідно й основна траєкторія розвитку ОПП в специфічному освітньому середовищі; ключові результати навчання; передбачаються шляхи взаємодії зі стейкхолдерами через профіль ОПП; організаційні форми навчання та оцінювання загальних і фахових компетентностей; окреслюється результативна здатність до працевлаштування випускника ОПП; дається чітке розуміння профілю ОПП у взаємодії із стейкхолдерами, випускниками, викладачами та ін. (рис. 1.1.9).

Студентоцентроване середовище, на відміну від інших середовищ (освітнє середовище, навчальне середовище, комп'ютерно-орієнтоване навчальне середовище, експериментальне середовище та ін.), є освітньою системою, де в центрі уваги знаходиться студент, його потреби, здібності, інтереси та навчальні цілі. Основна мета формування такого середовища – створити умови, за яких студенти максимально залучені в процес навчання, отримують підтримку в розвитку своїх навичок і мотивації, а також мають можливість брати активну участь у формуванні власного освітнього шляху. Ми створили блокове наповнення студентоцентрованого середовища для ЗФПО інженерної галузі, яке включає 7 ключових компонентів (рис. 1.1.10): індивідуальна траєкторія навчання, інтерактивність і співпраця, практична спрямованість, самостійне управління навчанням, використання новітніх технологій, моральний клімат, гнучка адаптивна ОПП.

У блоці *індивідуальний підхід* передбачається, що кожен студент є особистістю з власними потребами, стилем пізнавальної діяльності, власним темпом навчання. Відповідно, на викладача покладаються обов'язки створення специфічних умов для адаптації навчальних матеріалів, створення методик проєктного та іншого навчання, які враховують індивідуальні особливості.

Активізація розумової діяльності залежить від створення атмосфери *інтерактивності й співпраці* між студентами, студентами та викладачами, засобами групових проєктів, дискусій, семінарів, онлайн-форумів і чатів, де формується аргументована позиція особистості.



Рис. 1.1.10. Студентоцентроване навчальне середовище ЗФПО інженерної галузі

Виходячи із означення студентоцентрованого навчання, визначеного у працях В. Кременя [120] та інших дослідників, однією із основних властивостей в таких означеннях є *практична спрямованість* навчання, орієнтація його на результат, на практичне застосування набутих компетентностей безпосередньо під час навчання.

Створення умов для адаптації ОПП ЗФПО інженерної галузі, навчальних програм під потреби студентів, врахування сучасних тенденцій мінливості в обраній професійній галузі, складають компоненту *гнучка адаптивна ОПП*.

Ефективність студентоцентрованого середовища передбачає самостійність і відповідальність студентів за результати навчання через створення умов для самостійного планування й *управління власним навчанням*, розвитку мотивації до навчання та відповідальності за свої дії з освоєння професії.

Характерною особливістю ХХІ століття є швидкоплинна зміна технологій, відповідно до студентоцентрованого середовища ми включили компоненту використання *новітніх технологій*. Це насамперед цифрові інструменти, платформа для дистанційного навчання, інтерактивні матеріали (онлайн тести, симуляції, проєкти та ін.), система управління освітнім процесом.

Таким чином, виходячи із завдань стратегічних цілей розвитку освіти (рис. 1.1.1, рис. 1.1.2), з метою формування вимог до професійної компетентності фахівців фахової передвищої освіти інженерного профілю, ми здійснили системний аналіз в частині, як: в освітньому процесі ЗФПО студентоцентроване навчання, орієнтоване на результати навчання; студентоцентроване навчання пов'язане з Стандартами ФПО, ОПП. Це є відправною точкою до формування навчальних планів та робочих навчальних програм з урахуванням того, що три четверти складових ОПП мають бути студентоцентрованого спрямування з фундаментальним наскрізним освітньо-науковим наповненням предметними компетентностями навчальних дисциплін, які пов'язані з практикою і результатами навчання [193]. Це впливає із завдання людиноцентрично спрямованої освіти (визначеної В. Кременем [120]).

В. Кремень вважає, що сучасний стан людського буття в його духовних вимірах фіксує стадію його переходу від локально-стабільного до інтегративного рівня і визначив, що завдання людиноцентрично спрямованої освіти – орієнтувати освітній процес так, щоб викликати процес мисленнєвого очищення, розумового осяяння. Учень, студент повинні досягнути, що можна думати і так, і інакше, адже мислення містить в собі нескінченний потенціал можливостей, що

і є творчістю. Тобто кожна думка, до якої здобувач освіти буде підведений низкою аргументів, є тільки одна з можливостей мислення, що визначає його творчий потенціал. Творчість виконує роль очищаючого моменту, який дозволяє людині йти шляхом дійсного пізнання [120, с. 372]. Таке наповнення в повній мірі забезпечує ефективне співвідношення змісту та структури інтегративних курсів (ІК) із змістом та структурою фахових дисциплін (технічного спрямування) коледжів інженерної галузі.

Такі ж думки поділяють Т. Засєкіна, А. Кух, О. Мартинюк, А. Сільвейстр, О. Трифонова та ін. [102; 125; 137; 227; 270].

Ми використали зроблений висновок для аналізу навчальних планів ЗФПО інженерної галузі. У таких закладах вивчаються загальноосвітні дисципліни за програмою ЗЗСО: математика, фізика, хімія, креслення та ін., методика навчання яких добре досліджена й постійно удосконалюється. Проте таке навчання мало носить професійно спрямований характер.

Стандарти спеціальностей та ОПП інженерної галузі передбачають цикли загальнотехнічних та спеціальних дисциплін, і додатково введено окремі курси математики, фізики, хімії, біології, вибрані розділи інформатики тощо в залежності від спеціалізації, які призначені для пропедевтики у навчанні спецдисциплін. Зокрема, для спеціальностей інженерної галузі 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, а також 123 Комп'ютерна інженерія на вивчення окремого курсу фізики відповідно до навчального плану виділено 45, 90 та 135 годин. Такі курси названо нами інтегративними курсами фізики, оскільки вони відповідають пропедевтичному зануренню фізики у технічні та спеціальні дисципліни.

В цьому зв'язку під поняттям інтегративний курс фізики ми розуміємо специфічний підхід до організації навчання та використання знань з фізики, який враховує взаємодію та взаємозв'язок різних галузей підготовки фахівців у ЗФПО, спрямовує їх на поєднання для комплексного системоутворення й отримання цілісного розуміння всіх процесів та явищ проблеми, що

розглядається. Тоді аналізуються не ізольовані від технологічного процесу окремі поняття, явища, теорії фізики, а інтегративні аспекти системи. Визначений підхід охоплює інструменти, методи, засоби як із всієї сукупності складових підрозділів фізики (механіка, термодинаміка, електрика, оптика, квантова механіка), так і технічних моделей, машин, механізмів інженерної галузі. Він спрямований в освітньому процесі ЗФПО інженерної галузі на аналіз і взаємозв'язок фізики і техніки, глибинне розуміння взаємодії різноманітних систем.

Зокрема, наскрізні поняття циклу загальнотехнічних (технічна механіка, теорія конструкційних матеріалів, електротехніка), спецдисциплін та інтегративного курсу фізики складають стрижневу методологію формування компетентних висококваліфікованих фахівців.

Розглянуті підходи щодо доцільності введення інтегративного курсу фізики можна поширити для створення інтегративного курсу математики, інтегративного курсу хімії та ін. навчальних дисциплін. При цьому має бути встановленим взаємозв'язок між такими курсами.

Виходячи із структури студентоцентрованого середовища окреслюються орієнтири для постійного перегляду стандартів освіти, ОПП, робочих навчальних планів ЗФПО, зокрема інженерної галузі.

Для прикладу ми виокремили основні розділи, теми навчальної дисципліни «Технічна механіка» та наскрізні предметні поняття і результати студентоцентрованого навчання (табл. 1.1.1).

У таблиці 1.1.1 визначені наскрізні поняття технічної механіки та інтегративного курсу фізики, що складають предметну здобувачів освіти пов'язану з результатами навчання.

Стандарти ЗФПО є основою для формування ОПП та навчальних планів, для здійснення підготовки кваліфікованих кадрів на замовлення суспільства (для економіки, виробництва, інженерії та ін.).

Таблиця 1.1.1

Співвідношення змісту курсу фізики та технічної механіки з результатами навчання

Розділи технічної механіки	Теми інтегративного курсу фізики	Наскрізнi предметні поняття інтегративного курсу фізики та технічної механіки	Результат навчання
Теоретична механіка	Статика. Основні поняття та аксіоми статически	Простір, час механічний рух прямолінійний рівномірний рух відносність руху система відліку рівняння руху швидкість прискорення рівноприскорений рух криволінійний рух обертальний рух кутова швидкість доцентрове прискорення взаємодія, сила, інерція, інертність маса, закони ньютонана вага момент сили механічна робота потужність імпульс тіла імпульс сили закони збереження абсолютно тверде тіло система тіл внутрішні сили зовнішні сили деформація крихкість ізотропія напруга види деформацій закон Гука кристалізація плавлення дефекти	Описувати: траєкторії руху тіл; рух матеріальної точки та твердого тіла; механічні коливання та їх характеристики. Визначати: параметри руху в різних системах відліку; імпульс сил та механічних систем; основні параметри обертального руху; умови рівноваги статических і динамічних об'єктів; силу тертя в різних умовах (сухе тертя, рідинне тертя). Застосовувати: закони динаміки для аналізу руху тіл; закон Гука для оцінки пружних властивостей матеріалів у машинах. Розв'язувати задачі на: визначення рівноваги тіл під дією системи сил; на рівновагу важелів, механізмів і технічних систем; зіткнення тіл. Розраховувати: роботу сил у механічних системах; момент інерції; напруження та модулі пружності в конструкційних матеріалах. Оцінювати ефективність роботи машин на основі розрахунку механічної потужності і коефіцієнту корисної дії. Аналізувати: наслідки зіткнень у технічних системах (наприклад, під час проектування амортизаторів); коливання у технічних системах (вібрації, амортизація); стійкість конструкцій під дією зовнішніх сил; види деформацій матеріалів; вплив тертя на ефективність роботи технічних механізмів; принципи роботи гідравлічних і пневматичних механізмів; причини виникнення вібрацій і шуму в технічних системах Пояснювати роботу теплових машин і двигунів на основі першого закону термодинаміки.
	Плоска та просторова система сил		
	Кінематика. Основні поняття кінематики		
	Динаміка. Основні поняття і загальні теореми		
Опір матеріалів	Основні поняття опору матеріалів		
	Види деформації. Розрахунки на міцність та жорсткість		

На кінець травня 2024 року в Україні Науково-методичним центром ФПО, Сектором фахової передвищої освіти та науково-методичними комісіями Науково-методичної ради Міністерства освіти і науки України було підготовлено та затверджено МОН більше 85 стандартів фахового молодшого бакалавра.

У законодавчому порядку Стандарти фахової передвищої освіти розробляються для кожного рівня вищої освіти в межах кожної спеціальності відповідно до Національної рамки кваліфікацій. Ми здійснили аналіз Стандартів спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, та 123 Комп'ютерна інженерія інженерної галузі ЗФПО з метою виокремити спільні компоненти для їх використання в окресленні методики навчання інтегративного курсу фізики (рис. 1.1.11).

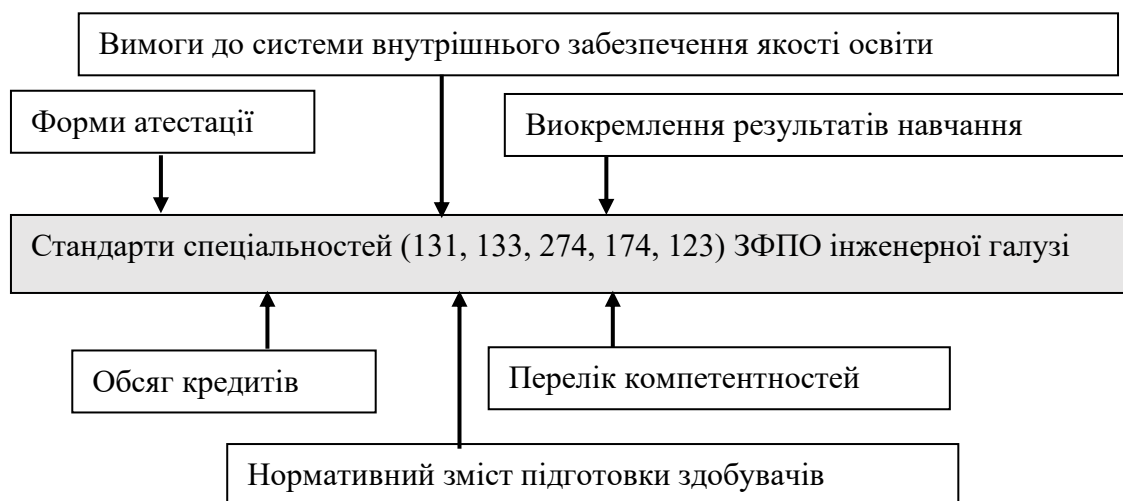


Рис. 1.1.11. Складові спільних складових стандартів спеціальностей

До складу узагальненої схеми виділених стандартів ФПО входить 6 спільних основних компонентів. Тут враховано тенденцію, що освіта ХХІ ст. в Україні, використовуючи міжнародну практику, виокремила схильність до моделі освіти, спрямованої на результат (Outcomes Based Education, 2020), де ґрунтовними параметрами є: державні стандарти освіти, компетентність особистості, мотивовані форми оцінювання, навчання впродовж всього життя, перетворення знань у безпосередню виробничу силу ще під час навчання.

Таким чином, в ході дослідження проаналізовано законодавчі та нормативні документи, результати дослідників щодо студентоцентрованого навчання, згідно з якими визначено орієнтири розвитку інженерної галузі ЗФПО, виокремлено поняття студентоцентрованого навчання та його філософське обґрунтування, виявлена закономірність перетворення студента із «об'єкта» в «суб'єкт» освітньої діяльності, розглянуто складові освітнього середовища інтегративного курсу фізики інженерного коледжу як комплексне завдання, що спрямоване на пропедевтику навчання загальнотехнічних та спецдисциплін у підготовці студентів до професійної діяльності в інженерній галузі.

1.2. Методологічні основи професійного спрямованого навчання інтегративних курсів в інженерних коледжах

Законом України «Про освіту» визначено, що метою освіти є всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, її талантів, інтелектуальних, творчих і фізичних здібностей, формування цінностей і необхідних для успішної самореалізації компетентностей, виховання відповідальних громадян, які здатні до свідомого суспільного вибору та спрямування своєї діяльності на користь іншим людям і суспільству, збагачення на цій основі інтелектуального, економічного, творчого, культурного потенціалу українського народу, підвищення освітнього рівня громадян задля забезпечення сталого розвитку України та її європейського вибору [190]. У свою чергу, Концепція Сталого розвитку передбачає зрівноваженість та постійну керованість розвитку освіти здобувачів освіти, в основі чого покладено системний підхід, діджиталізацію, моделювання стабільності розвитку, прогнозування результатів у галузях, включаючи й інженерну [1].

Методологічне обґрунтування завдань з реалізації цілей сталого розвитку в освіті здійснили В. Андрущенко, Л. Губерський, І. Зязюн, В. Кремень, М. Михальченко [5; 104; 119; 120] та ін. Вони акцентували увагу на системному аналізі, цифровізації, соціальному розвитку, ресурсному та студентоцентрованому підходах та ін.

В. Кремень з методологічної точки зору виокремлює досягнення кожного етапу науково-технічної революції, включаючи нині й сталий розвиток, які кожного разу ставили людство перед новими викликами. Утім, попри наявні реальні загрози для людини в подальшій еволюції інформаційно-цифрових технологій, діджиталізації, реформ професійного навчання та ін., вона все ж таки збереже себе і свої інтелектуально-культурні потенції. Умовою цього є утвердження духовності, моральної політики і сучасних практико-зорієнтованих знань, концептуалізацією яких постає мудрість в її етичному розумінні [119].

У свою чергу, вітчизняний дослідник Ю. Корсак особливо виділяє завдання сталого розвитку в освіті як засіб формування у здобувачів освіти розуміння ресурсів переходу на коеволюційні механізми соціального розвитку (коли зміни в одному контексті викликають адаптивні зміни в іншому) і акцентує на формуванні у здобувачів освіти (включаючи й курс фізики інженерної галузі) навичок та вмінь щодо спрямування їх на практичну діяльність задля майбутнього власного буття [117].

Прискорення запровадження інтегративних курсів в освітній процес Ю. Гаращук, В. Куценко розглядають як необхідний і доцільний шлях активізації інноваційної діяльності здобувачів освіти, чим забезпечується підготовка конкурентоспроможних кадрів інженерної галузі, що відповідає принципам сталого розвитку [55].

Г. Костроміна виводить знання фахівців на рівень їх інтегративного синтезу, залучаючи відчуття та узагальнення емпіричного досвіду здобувачів освіти [118].

Н. Притула в реалізації цілей сталого розвитку виділяє пріоритетність за інтегративністю змісту навчання та інноваційного використання цифрових технологій в освіті, що веде до необхідності формування інтегративного середовища у закладах освіти, що особливо властиве у професійній освіті.

С. Хаджирадева за ключовий фактор реалізації цілей сталого розвитку в освіті окреслила інтегративні знання, цінності та навички фахівців, що сприяють будівництву стабільного та екологічно збалансованого суспільства, формуванню

міждисциплінарних компетенцій здобувачів освіти, методів навчання, необхідних майбутнім фахівцям для досягнення якісної освіти впродовж усього життя [244, с. 478].

У ході аналізу основних положень авторів приведених досліджень ми окреслили основні перспективні лінії для визначення шляхів розвитку змістової складової курсу фізики ЗФПО інженерної галузі. До них переконливо можна віднести наступні змістові лінії: методологічне обґрунтування доцільності впровадження соціальних аспектів цілей сталого розвитку; перспективність системного, компетентнісного та інших підходів у навчанні, діджиталізація; прогнозування результатів навчання; окреслення перспективності запровадження інтегративних курсів навчання; формування міждисциплінарних компетенцій здобувачів освіти тощо. Визначені змістові лінії у навчанні студентів доцільно розглядати з методологічної, теоретичної та методичної складових інноваційного розвитку освіти у ЗФПО.

Виходячи з окреслених дослідниками узагальнень ми розглянули можливості їх реалізації в ході вивчення інтегративного курсу фізики.

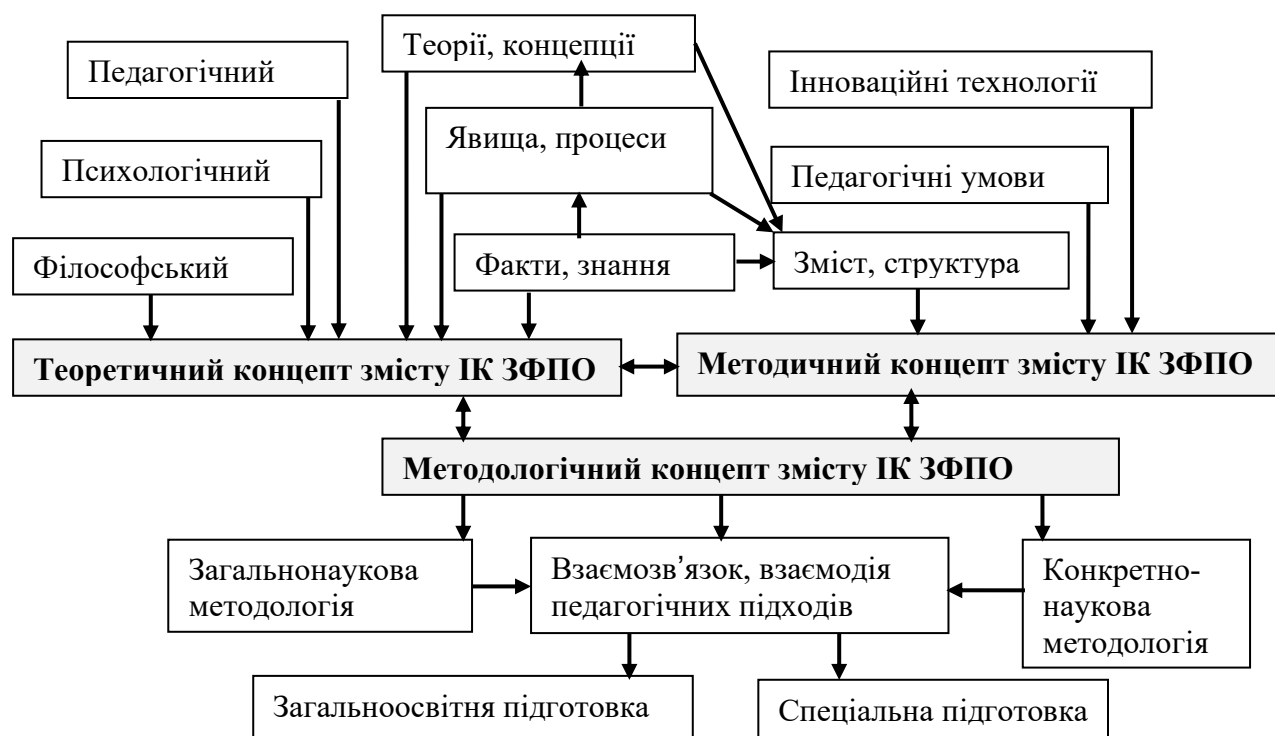


Рис. 1.2.1. Концепти змісту інтегративного курсу (ІК) ЗФПО інженерної галузі

Методологічний концепт змісту інтегративних курсів фахової передвищої освіти включає загальнонаукову та конкретно-наукову методологію, які забезпечують взаємодію та взаємозв'язок діяльнісного, особистісно зорієнтованого, компетентнісного, системного та ресурсного педагогічних підходів.

Методологічний концепт, визначений на рис. 1.2.1, включає методи загальнонаукової та конкретнонаукової методології, взаємозв'язок та взаємодію педагогічних підходів навчання (особистісно-зорієнтований, діяльнісний, компетентнісний, ресурсний, системний), обґрунтування загальноосвітньої та спеціальної підготовки [5; 65; 104; 119; 120; 152].

На рис. 1.2.1 показані складові теоретичного концепту ІК, які визначають психолого-педагогічну та фахову систему підготовки майбутніх фахівців інженерної галузі, де домінуючу роль відіграють інтегративні навчальні дисципліни, до яких відноситься і інтегративний курс фізики [55; 117; 118; 244].

До методичного концепту ІК (рис. 1.2.1) відносяться основні елементи змістово-професійної системи підготовки майбутніх випускників фахових коледжів. Оскільки інтегративний курс фізики займає одну з ключових ролей у формуванні компетентностей інженерних фахівців, то й методика навчання такого курсу є ключовою [124; 144; 270].

Реалізація визначених концептів має передбачати обґрунтовані технології та методику їх вирішення. У центрі має бути законодавче забезпечення реформування фахової передвищої освіти в Україні в частині ґрунтового покращення якості освіти з урахуванням вимог до інтеграції в Європейське співтовариство, принципів та цілей сталого розвитку. У Концепції розвитку вищої освіти на період з 2022 до 2032 р. визначені найближчі освітні перспективи в Україні, планується прийняття нових законодавчих норм, змін освітніх парадигм, створення нових стандартів галузей (замість спеціальностей), а відповідно й освітніх програм, де принцип інтегративності відіграє значну роль [193].

В останніх змінах до чинної редакції Закону України «Про освіту» та в Законі України «Про фахову передвищу освіту» система фахових коледжів стала самостійною, невід’ємною складовою системи освіти: «Фахова передвища освіта спрямована на формування та розвиток освітньої кваліфікації, що підтверджує здатність особи до виконання типових спеціалізованих завдань у певній галузі професійної діяльності, пов’язаних з виконанням виробничих завдань підвищеної складності та/або здійсненням обмежених управлінських функцій, що характеризуються певною невизначеністю умов та потребують застосування положень і методів відповідної науки, і завершується здобуттям відповідної освітньої та/або професійної кваліфікації» [194]. Це дає можливість ліквідувати невідповідність між замовленням суспільства і практичною підготовкою фахівців інженерної галузі ЗФПО, де значна частина належить фізичній складовій та вимогам ринку праці регіонів.

Одночасно в законодавчому порядку коледжі позбулися освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст» і статусу закладів вищої освіти I-II рівнів акредитації. Такі кроки призвели і до певної невизначеності їх статусу. Головною суперечністю такого нововведення стало певне розбалансування загальнонаукової та спеціальної підготовки, а також невизначеність педагогічних працівників і студентів коледжів щодо перспектив цієї сфери освітньої діяльності [107; 123].

Не зовсім визначеним є статус фахівця освітньо-професійного рівня «фаховий молодший бакалавр» (раніше «молодший спеціаліст»), хоч запровадження компетентісно зорієнтованого навчання передбачає побудову освітнього процесу, де акцент робиться не на знаннєву парадигму, а на кінцеві результати навчання і здатності фахівця. З методологічної точки зору реалізація цього відповідає вимогам Закону України «Про фахову передвищу освіту», де у ст. 1, 17, 30 визначено орієнтир здійснювати освітню діяльність на засадах студентоцентрованого навчання, як підходу до організації освітнього процесу, що передбачає: заохочення здобувачів фахової передвищої освіти до ролі автономних і відповідальних суб’єктів освітнього процесу; створення освітнього

середовища, орієнтованого на задоволення потреб та інтересів здобувачів фахової передвищої освіти, включаючи надання можливостей для формування індивідуальної освітньої траєкторії; побудову освітнього процесу на засадах взаємної поваги і партнерства здобувачів фахової передвищої освіти та адміністрації, педагогічних (науково-педагогічних) та інших працівників закладу фахової передвищої освіти [194], (див. п. 1.1). Звідси випливає необхідність розглянути проблеми стандартизації професійної освіти та в цьому зв'язку окреслити особливості компетентнісного підходу у навчанні студентів ЗФПО, адже основні теоретичні та практичні здобутки дослідників останніх десятиліть відносяться до ЗЗСО.

В європейських державах під терміном «кваліфікаційні стандарти» розуміються норми і вимоги до кваліфікацій працівників: професійні стандарти, визначені роботодавцями, компетентності до діяльності працівників; освітні стандарти, де концентруються вимоги до змісту та результатів освітньої діяльності за кожним рівнем освіти в межах кожної спеціальності; стандарти окреслюють об'єкт оцінки, критерії успішності, методи оцінювання, стандарти (еталони), а також склад комісії, яка надає відповідну кваліфікацію [108; 151].

Для аналізу творення умов реалізації цілісної системи затверджених стандартів спеціальностей інженерної галузі, де фізика відіграє значну роль, ми виділили форми й засоби реалізації цілісної системи затверджених в Україні стандартів і сформуvalи основні компоненти моделі концепції розвитку ЗФПО інженерної галузі (рис. 1.2.2). Для стандартів інженерної галузі властивими є 12 основних загальних компонентів, що включають блоки фінансових, організаційних, матеріально-технічних, методичних, навчально-матеріальних та інших заходів. Окремо виділені проблеми формування професій, спеціальностей, кваліфікаційної підготовки, організації дуального практико-орієнтованого навчання. Не повністю вирішеною проблемою є забезпечення рівневої освіти у ЗФПО, правила формування державного замовлення, ліцензування та акредитації. Запропонована модель принципово визначає змістове наповнення стандартів, ОПП та робочих навчальних програм. Модель є орієнтиром для

подальшого науково-педагогічного дослідження більш конкретних стандартів спеціальностей інженерної галузі, де запроваджується інтегративний курс фізики, спрямований на практичне досягнення якісних кінцевих результатів.

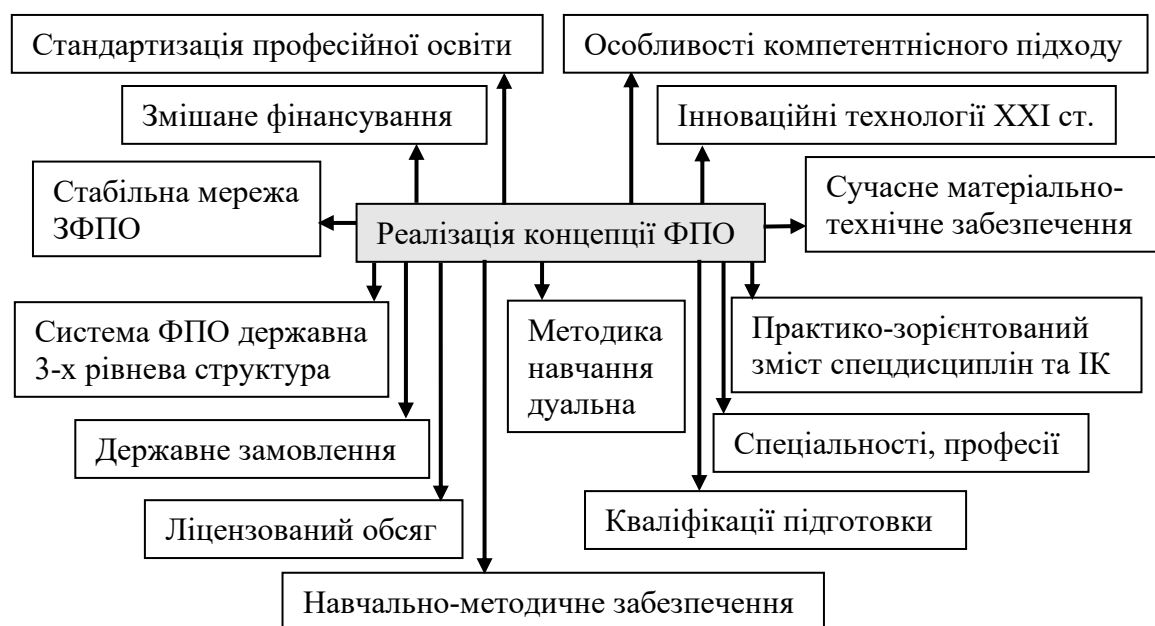


Рис. 1.2.2. Реалізація концепції системи ЗФПО

Для реалізації окреслених компонентів ми пропонуємо ряд заходів. Важливим є розробка навчально-методичного забезпечення підготовки фахівців для успішного формування предметних компетентностей спецдисциплін в інженерних коледжах на основі інтегративних курсів навчання, зокрема інтегративного курсу фізики. Визначене завдання під силу авторським колективам викладачів із залученням студентів. У цьому зв'язку важливим практично зорієнтованим елементом концепції є організація навчально-технічно-виробничих комплексів споріднених профілів та споріднених дисциплін, включаючи й інтегративні курси. Їх ефективність має перевірятися через моніторинги, огляди, конкурси, конференції тощо. Конструктивізм та інноваційність дуальної та трирівневої структури ЗФПО сприяють створенню умов для здобуття другої освіти для мотивованих на неї студентів.

Компоненти, подані на рис. 1.2.2, орієнтовані на новітню освітню парадигму, яка передбачає, що результати навчання оцінюють не за множиною навчальних предметів, модулів, предметним змістом, а за здатністю фахівця

продемонструвати практичний результат упровадження їх у виробництво. За цією парадигмою компетентнісне навчання замість цілей «пізнати», «вивчити», «зрозуміти» застосовує дієслова доконаного виду: «перерахувати», «описати», «визначити», «упорядкувати», «запропонувати», «створити», «скласти», «обчислити», «класифікувати» та ін. Це є орієнтиром для формування змістового наповнення інтегративних курсів навчання студентів, в тому числі інтегративного професійно орієнтованого курсу фізики.

Професійні, освітні та оціночні стандарти, а також визначена схема реалізації концепції системи ЗФПО інженерної галузі в руслі нинішнього реформування всієї системи освіти потребують методологічного обґрунтування [5; 120] та практичного впровадження.

Конкретнометодологічні проблеми професійної освіти та професійної підготовки кваліфікованих фахівців досліджували вчені: В. Андрущенко, С. Батишев, С. Гончаренко, І. Зязюн, В. Кремень, С. Ніколаєнко, С. Сисоєва, О. Щербак [5; 120; 155; 295] та ін. Вони окреслили методологічні підходи до стандартизації професійної освіти та визначили узагальнені педагогічні закономірності та світоглядні позиції освітніх стандартів і їх вплив на результати освітнього процесу. Звідси випливають завдання окреслити методику навчання, зокрема інтегративного курсу фізики із використанням методологічних підходів, принципів системного навчання тощо. Відповідно, «... випускники ЗФПО мають проявляти здатність самостійно виконувати складні спеціалізовані виробничі чи навчальні завдання в окремій галузі професійної діяльності або в процесі навчання, нести відповідальність за результати своєї діяльності та контролювати інших осіб у певних ситуаціях...» [151]. Тут слід враховувати, що реформи ФПО передбачають реалізацію принципів студентоцентрованої освітньої парадигми, досягнення високого рівня якості, ефективності професійної підготовки фахівців у межах відповідної стандартизації та функціонування.

У матеріалах Стратегії розвитку вищої освіти на 2022-2032 роки вказується, що порівняно з 2014 р. на початок 2021 р. кількість університетів, інститутів, академій зросла до 281 (на 1,4%). У той же час, порівняно з 1991 р.

кількість технікумів, училищ, коледжів зменшилася до 338 (на 51,1%), а за останні 10 років ще на 12,7% [193, с. 9]. Такі зміни пояснюються зміною структури економіки.

Закон України «Про вищу освіту» (2014) не регламентує функціонування коледжів. Законом України «Про освіту» (2017) їм надано статус закладів фахової передвищої освіти.

На думку С. Мельник і С. Панцир [168], розвиток системи ЗФПО гальмується через недооцінку державою проблем, які вона сама собі створила. За їхніми дослідженнями, нині майже 70% наявних робочих місць не потребують фахівця з вищою освітою. Ці місця зайняті випускниками університетів, функції випускників яких зовсім інші [152].

Нині МОН України проводить політику, спрямовану на оптимізацію мережі всієї системи закладів освіти, тобто кількісного скорочення закладів освіти. На нашу думку, такий підхід потребує цілісного методологічного, теоретичного та соціального обґрунтування на тривалий період, бо скоротити не важка справа, а створити наново дуже складно. Необхідно визначити співвідношення розподілу на навчання випускників ЗЗСО між ЗВО, ЗФПО, ЗП(ПТ)О. Обґрунтування потребує і проблема збереження спеціальностей та галузей освіти, які ефективно забезпечують ринок праці висококваліфікованими фахівцями.

В Україні простежувалася тенденція (у зв'язку із скороченням кількості коледжів, застарілою матеріальною базою та ін.) переходу фахівців до ЗВО та ЗП(ПТ)О, інших структур [198].

Вихід з такого становища в певній мірі було означено Законом України «Про фахову передвищу освіту», де регламентована акредитація освітньо-професійних програм коледжів, до якої входять компоненти освітньої діяльності закладу, на предмет вдосконалення якості фахової передвищої освіти. Наказом МОН України №749 від 01 липня 2021 року «Про затвердження Положення про акредитацію освітньо-професійних програм фахової передвищої освіти» визначено проведення зовнішньої процедури акредитації Державною службою

якості освіти України та внутрішньої акредитації із забезпечення якості фахової передвищої освіти.

Згідно з Положенням про акредитацію коледжів, під якістю професійної підготовки фахівців розуміється відповідність результатів навчання студентів вимогам кваліфікаційних стандартів за визначеними інтегративною, загальною та професійною компетентностями й результатами навчання; освітньо-професійних програм, на основі яких формується навчальний план, робочі навчальні програми; запитам суспільства (стейкхолдери, ринок праці); вподобанням самої особистості. Визначальними показниками компетентностей є: знання, уміння, навички, здобуті під час вивчення навчальних дисциплін; сформовані у студентів в ході навчання професійно необхідні якості, що відповідають сучасному виробництву; обізнаність із рівнями виробничих відносин у сфері виробництва; орієнтація в перспективах розвитку галузі. Це і є тими критеріями, які визначають змістову та методичну складові інтегративного курсу фізики інженерної галузі ЗФПО.

Зміст кожної ОПП навчальних програм для кожної спеціальності інженерної галузі містить частину освітніх компонентів курсу загальної фізики та більш значиму частину інтегративного курсу фізики, загальною стратегією яких є забезпечити загальнотехнічні та спеціальні дисципліни предметними компетентностями. Звідси випливає необхідність створити логічну взаємопов'язану систему таких компетентностей, за якими досягаються програмні результати. За ними будується студентоцентрована освітня траєкторія кожним студентом через індивідуальний вибір освітніх компонентів, поданих в освітньому середовищі. ОПП та навчальний план передбачають наявність практичної складової інтегративного курсу фізики з підготовки здобувачів для набуття компетенцій, що потрібні для подальшої професійної діяльності.

Важливою для оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти є академічна доброчесність здобувачів фахової передвищої освіти інженерної галузі. Контрольні заходи та критерії оцінювання з визначення рівня компетентності студентів з курсу загальної фізики та інтегративного курсу

фізики визнаються ОПП та робочими навчальними програмами з визначених курсів. Крім цього, дотримання академічної доброчесності передбачається при виконанні проєктів, курсових та інших робіт [143, с. 197-280].

Виходячи з визначених методологічних, теоретичних та методичних концептів та інтегративних тенденцій в освіті, доцільно окреслити контури освітнього середовища навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО інженерної галузі.

Поняття середовища бере свої витоки в роботах Я. Коменського, Ж.-Ж. Руссо, І. Песталоцці, І. Дістервега, К. Ушинського та інших основоположників класичної педагогіки.

Закономірності формування й розвитку освітнього середовища вивчали як зарубіжні (Дж. Гібсон, С. Мейс, Т. Менг, У. Юсюань [296; 313; 321] та інші), так і вітчизняні (І. Бех, М. Братко, О. Єгорова, А. Кух, С. Ніколаєнко, О. Пилипенко, Г. Полякова, Н. Подопригора, В. Рибалка, С. Сисоєва, Т. Стойчик, О. Трифонова [42; 85; 155; 174; 179; 270] та інші) дослідники. У п. 1.1 ми розробили модель студентоцентрованого середовища.

На нашу думку такий напрям має базуватися на середовищному підході в навчанні, зокрема у ЗФПО.

Визначеній проблемі присвячене дисертаційне дослідження У. Юсюань з формування професійного іміджу в майбутніх фахових молодших бакалаврів у процесі підготовки у закладах фахової передвищої освіти і передбачає розуміння фахової передвищої освіти як ефективного освітнього середовища, що забезпечує адекватний розвиток особистості кожного здобувача та володіє глибоким методологічним змістом [296].

М. Братко розглядає фахові коледжі як освітній ресурсний центр (форма об'єднання, інтеграції, концентрації ресурсів різного походження та призначення) розвитку людського капіталу, який актуалізується в середовищному підході в освіті і передбачає цілеспрямовану діяльність щодо створення оптимальних умов для реалізації цілей освітньої організації через моделювання, проєктування та конструювання освітнього середовища закладу

освіти, яке має оптимально задовольнити освітні потреби майбутніх фахівців [43].

О. Пилипенко в дисертаційному дослідженні з формування STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти у навчанні математики аналізує основи організації хмарного навчального середовища в контексті середовищного підходу [174].

Розвиток середовищного підходу у вищій освіті в умовах глобальних змін, стратегічне спрямування дослідницьких процедур, дій суб'єктів управління з формування та розвитку освітнього середовища закладу вищої освіти для реалізації функцій вищої освіти, створення умов для особистісно-професійного становлення та саморозвитку розглянула Г. Полякова [179].

О. Єгорова вивчала застосування середовищного підходу до формування у здобувачів вищої освіти культури іншомовного професійного спілкування [85].

Таким чином, дослідники середовищний підхід до формування конкурентоздатних фахівців у ЗФПО визначають через врахування та використання можливостей різного гатунку середовищ в освітньому процесі. Тоді постає проблема виокремити особливості такого середовищного підходу у навчанні інтегративного курсу фізики, де враховується психолого-педагогічний вплив на здобувачів освіти, який має бути опосередкованим і сприйматися індивідуально кожним у конкретному предметному середовищі.

На основі результатів досліджень вчених та власного досвіду викладацької роботи ми виділили 15 показників моделі середовищного підходу навчання інтегративних курсів фізики ЗФПО інженерної галузі (рис. 1.2.3). Їх можна згрупувати за спрямуванням: творчість і креативність, самовиховання, професійний саморозвиток, внутрішня активність навчання, глобалізація, педагогіка співпраці; інноваційний контент, міждисциплінарний контент, інтегративне навчання, самонавчання, студентоцентризм, практико-орієнтоване навчання; опосередковане управління навчанням, підтримка особистісного розвитку взаємодії та успіху, мінливі технології навчання.

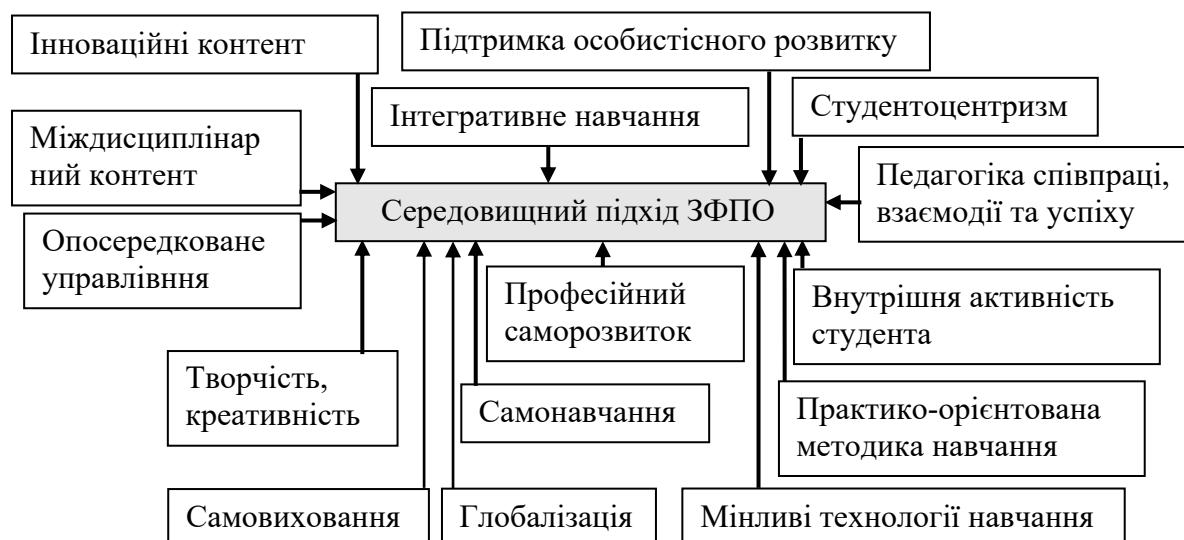


Рис. 1.2.3. Модель середовищного підходу навчання у ЗФПО

Показники глобалізації та швидкі зміни освітніх технологій детально дослідила Т. Стойчик [254].

Об'єктами інтегративного навчального середовища є засоби цифрових технологій, сучасне обладнання навчально-дослідних лабораторій, майстерень, симуляційних центрів, інтегративні курси навчання, включаючи й інтегративний курс фізики.

Середовищний підхід включає форми й методи командної роботи, метод проєктів, де здійснюється ефективний обмін знаннями і досвідом, чим розвиваються соціальні та комунікативні навички, що в цілому об'єднує педагогіку співпраці й взаємодії.

Важливим елементом є створення середовища, де здійснюється підтримка особистісного розвитку студентів, що сприяє самостійності, відповідальності та мотивації студентів, контролю організації освітнього процесу, а відповідно й оцінювання якості освіти та ін. В. Токар [268].

Мало досліджена практико-орієнтована методика навчання, де домінує використання кейсів, реальних прикладів і співпраця з роботодавцями. Тоді створюються умови засвоєння не лише теоретичних знань, а й безпосереднього застосування їх у практичних ситуаціях.

Інноваційні методи навчання, як елемент моделі середовищного підходу передбачає використання активних методів навчання: проблемно-орієнтоване навчання, рольові ігри, тренінги та практикуми та ін.

Середовищний підхід навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО включає формування компоненти педагогічної технології створення ситуації успіху, яка спрямована на те, як побудувати логіку стандартів, ОПП, змісту навчальних предметів із залученням студентів, щоб майбутній фахівець одержав додатковий, реальний поштовх мотивації до формування предметних компетентностей, які забезпечать йому успіх у майбутній траєкторії життя. Однією з умов реалізації такої технології є запровадження інтегративного курсу фізики, який забезпечує створення ситуації успіху у вивченні спецдисциплін ЗФПО, як результат успіху у навчанні. Така технологія охоплює обґрунтований, спеціально організований комплекс умов, що забезпечують студентів досягнення практико-орієнтованих результатів у навчальній діяльності в супроводі позитивних емоцій.

Проблемі суб'єктного успіху приділили увагу А. Заболотна, В. Ільченко, Н. Подопрігора і розглядають її як метод пізнання та результат навчання, де реалізується особистісно зорієнтований підхід [89; 178].

До моделі середовищного підходу ми включили поняття готовності сучасного викладача фахового коледжу до продукування інноваційних освітянських ідей, що вдало висловив В. Токар, розглядаючи їх не як додаток до диплома про педагогічну освіту, а як формування його шляхом професійного саморозвитку, яке є центральним у діяльнісній зміні здобувачів освіти [268].

Таким чином, середовищний підхід у навчанні студентів ЗФПО інженерної галузі постає освітньою стратегією, яка ефективно забезпечує формування компетентного фахівця галузі та сприяє розвитку творчості й креативності. Він є домінуючим інструментом для організації практико-орієнтованої підготовки, що дозволяє студентам отримувати предметні знання та навички засобами взаємодії з реальними або симульованими професійними ситуаціями з широким використанням інтегративних курсів та методики їх навчання. Такий підхід

допомагає зробити освіту гнучкішою, адаптуючи її до потреб ринку праці, та готує студентів до успішної професійної діяльності. Тут підвищується залученість студентів до освітнього процесу та сприяє розвитку їх професійних навичок. Крім цього, розглянуті проблеми прямо чи опосередковано входять до визначеної нами моделі триєдиного методологічного, теоретичного та методичного забезпечення змісту ФПО (рис. 1.2.2), і в цілому визначають способи створення освітніх середовищ, які залежать від впроваджуваних в Україні освітніх реформ.

Зміни освітніх парадигм в Україні жодного разу не стосувалися функціонування й перспективи розвитку ЗФПО аж до прийняття Закону України «Про фахову передвищу освіту», який значно змінив статус цих закладів освіти і забезпечив правову основу створення стандартів спеціальностей, а відповідно нового етапу розвитку всіх складових.

В цілому за роки незалежності в Україні проведено 9 значимих змін, які в тій чи іншій мірі стосувалися системи ФПО: проведено реформу статусу та перейменування технікумів у коледжі, прийнято Закон України «Про фахову передвищу освіту» (2019), запроваджено нові освітні стандарти (2020), розроблено деякі аспекти компетентнісного підходу до навчання, здійснено окремі заходи із зміцнення зв'язків із роботодавцями та підприємствами; розпочалася інформатизація та цифровізація (2020), набуло розширення можливостей академічної мобільності, доступною стала інклюзивна освіта, покращилася адаптація до ринку праці. Вектори вказаного майже кожного разу були змінними, що в цілому означає невпинний пошук більш ефективного, більш оптимального. Дидактика ЗФПО традиційно майже не аналізувалася і не реформувалася, а відповідно мало приділялося уваги дослідженню принципів (дидактичних), методів, засобів, форм організації навчання, педагогічним підходам формуванню предметних компетентностей, запровадженню студентоцентрованого принципу в навчання тощо.

На нашу думку, з точки зору методології науки такі реформи можна в першому наближенні розглядати як структурно-понятійні формації Т. Куна,

названі ним парадигмами, та дослідницькі програми І. Лакатоса [317; 318]. З огляду на їх методологію, реформи в освіті можна розглядати як елементи революцій (зміни основ) у вигляді зміни парадигм та програм. Досвід України виокремлює слабе місце використання надбання вчених для визначення напрямку розвитку ФПО: в кожному випадку запровадження реформ не розкриває питання про критерії і методи введення таких парадигм, а тому має місце їх багатозначність і аморфність. Аналізуючи такі зміни в структурі, насамперед змістового функціонування ЗФПО, парадигми мають кожного разу залишати удосконалені матеріальні моделі, які повинні мати універсальний статус і орієнтуватися на результат, наприклад, у вигляді предметних компетентностей навчальних предметів. У цьому зв'язку доцільно дослідити методику навчання інтегративного курсу фізики, яка має професійно-зорієнтований та пропедевтичний змістовий характер до спецдисциплін.

Зміна парадигм в освіті з точки зору концепцій Н. Антонець, М. Ахундова, М. Бойченко, Н. Дічек, М. Євтух, А. Загородня, І. Зязюн, П. Саух, С. Шевченко, [7; 104; 169] має обґрунтовуватися базисними теоріями і на їх основі створюватися дослідницькі та експериментальні програми, виходячи з тези, що інтелектуальний ресурс є найбільшим багатством будь-якої країни. В основі таких програм має бути інноваційна мотивація, що забезпечує інтелектуальну потужність країни. При цьому беруться до уваги досвід чотирьох типів реформування освіти в країнах Північної Америки (США, Канада), Західної Європи (Велика Британія, Німеччина, Франція), Східної Європи (Болгарія, Польща, Румунія, Угорщина, Чехія, Словаччина, країни СНД) та Східної Азії (Японія, Китай, Південна Корея) та ін. Це стосується акценту на пріоритетність підтримки інтегративної змістової складової у закладах освіти різних рівнів, централізованої державної політики, багаторівневості й багатоступеневості освіти, термінів навчання, моделей освітнього процесу, темпів реформування освіти та ін. Тоді, виходячи з теми нашого дослідження для ЗФПО, одним із елементів базисної теорії ми виокремили доцільність упровадження інтегративних курсів, що забезпечують створення системи навчальних

дисциплін для певної спеціальності чи галузі. Тоді інтегративний курс фізики в інженерних коледжах, доповнений загальноосвітнім курсом фізики, має бути дослідницькою програмою для навчання спецдисциплін, зокрема технічної механіки та ін. Виходячи з цього, ми створили контент методологічної та змістової системи для забезпечення навчання дисциплін спеціальностей інженерного профілю, яка має ґрунтуватися на інтегративному підході (рис. 1.2.4).

Розглядаючи соціокультурний контекст змін у змісті освіти, С. Тулмін запропонував шість взаємопов'язаних компонентів, які використовуються для аналізу аргументації [272, с. 650]. О. Ляшенко розглядав це як форму суспільнознавчої свідомості, як духовне виробництво знань, умінь, навичок і в цілому компетентностей [131]. Тому, згідно з темою нашого дослідження, соціокультурний контекст має бути визначений відповідним ланцюжком, який у ЗФПО проявляється в інтегративних курсах навчальних дисциплін та фахових спецдисциплінах.

М. Омеляновський суть парадигм розглядав через призму зміни в конкретних теоріях, поняттях, принципах, законах науки. За його твердженням, нову парадигму можна формувати, коли виникало нове відкриття принципового, методологічного характеру. Тоді мають змінитися методи дослідження, наукові та педагогічні підходи до навчання й тлумачення явищ природи, логіки мислення науковців [158]. Така інтерпретація змін парадигм відповідає викладеним положенням у п. 1.1 та 1.2.

Таким чином, методологія впровадження й результативність запроваджуваних в Україні парадигм визначає структуру й зміст Стандартів ЗФПО, освітніх програм спеціальностей, в тому числі й інженерної галузі. Револьюційні зміни у технологіях навчання фізики, загальноосвітніх та спеціальних дисциплін ЗФПО викликали ланцюг значних змін в методах освітньої діяльності здобувачів освіти та динамічних схемах управління освітнім процесом, у розвитку фахово-наукової і пізнавальної методології.

Отже, на основі проведеного аналізу ми встановили, що методологія формування структури й змісту системи навчальних предметів у ЗФПО інженерного спрямування ґрунтується на наступних принципах:

- окреслення інноваційних методів, що використовуються в інтегративних курсах професійно спрямованих дисциплін (фізики, хімії, основ вищої математики) та професійних навчальних предметах для забезпечення студентоцентрованого навчання;

- акцентування на ролі філософських положень пізнання природничих явищ, процесів та впливу науково-технічного прогресу на обґрунтування структури й змісту загальнотехнічних та спеціальних дисциплін на основі інтегративних курсів, включаючи й фізику;

- визначення технології виокремлення наскрізних фундаментальних теорій, принципів, положень, понять, що складають компетентності кожної навчальної дисципліни інженерного коледжу, об'єднані методологією науки, якою виступають методики навчання інтегративних курсів (включаючи й фізику) та спеціальних дисциплін.

Ми також прийшли до висновку, що структура методологічної системи професійного спрямування навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО має бути педагогічно трансформованою з наукової картини світу та технічних досягнень, а не просто перенесеними в освітній процес новітніми поняттями, явищами, судженнями, теоріями, що безпосередньо впливають із техногенно-економічного напрямку розвитку і переростають на гуманістично-екологічний [13; 122].

Загальновизнано, що фізика є експериментальною наукою, а відповідно розглянуті принципи формування інтегративних курсів та технічних і спеціальних дисциплін [13], методики їх навчання у ЗФПО інженерної галузі мають забезпечуватись інноваційними експериментальними методами, ідеалізацією, STEM-моделюванням, цифровізацією та ін. Із розвитком ІТ значну роль відіграє динамічне моделювання як процес і як готовий результат. Практика показує, що моделювання є змістовним «ядром» таких методів. Інноваційно-

змістове моделювання фізичних явищ і процесів описується евристичними компонентами мислення.

Виходячи з проведеного вище аналізу та закономірностей теорії пізнання: від живого споглядання до абстрактного мислення, а від нього до практики, ми зробили висновок, що структуру і зміст ядра інтегративних курсів ЗФПО інженерної галузі з урахуванням навчання загально-технічних та спеціальних дисциплін складають:

- концепції теоретичних узагальнень у навчанні інтегративних курсів, методики їхнього навчання та систем натурального, комп'ютерного та віртуального експерименту й моделювання, що визначає стратегію побудови курсу;

- фундаментальні математичні, фізичні, хімічні теорії (теореми, аксіоматична Ньютонівська механіка; статистична молекулярно-кінетична теорія і феноменологічна термодинаміка; цілісна електродинаміка; спеціальна теорія відносності; квантова теорія), наповнені поняттями, явищами, технологіями спецдисциплін, є основними структурними одиницями інтегративних курсів, які відповідають дидактичним принципам навчання й сучасному інноваційному фізичному способу креативного мислення;

- визначені фундаментальні теорії та фундаментальні наскрізні явища, процеси, дії, окреслені компетентностями та результатами навчання стандарту фахової передвищої освіти, цементуються в єдине ціле ідеєю генералізації і циклічності;

- неперервний взаємозв'язок між теорією та експериментом інтегративних курсів слугує основою пізнання та критерієм істини. Експериментальний та модельний методи є знаряддям для навчально-дослідного відкриття й дослідження фактів, а з їх накопиченням знань, в той час як теорія виступає дидактичним засобом вираження, передачі і використання знань;

- онтодидактичний підхід побудови ряду систем змісту і структури знань інтегративних курсів для ЗФПО може бути ефективним за багатоцільовими структурами, а не за єдиною логічно побудованою науковою системою. У цьому випадку має ефективне значення ідея всеосяжності принципу історизму через

методологію науки, еволюцію наукового пізнання, створення моделі світоглядної норми інтегративних курсів та форм пізнавальної діяльності студентів фахового коледжу інженерної галузі.

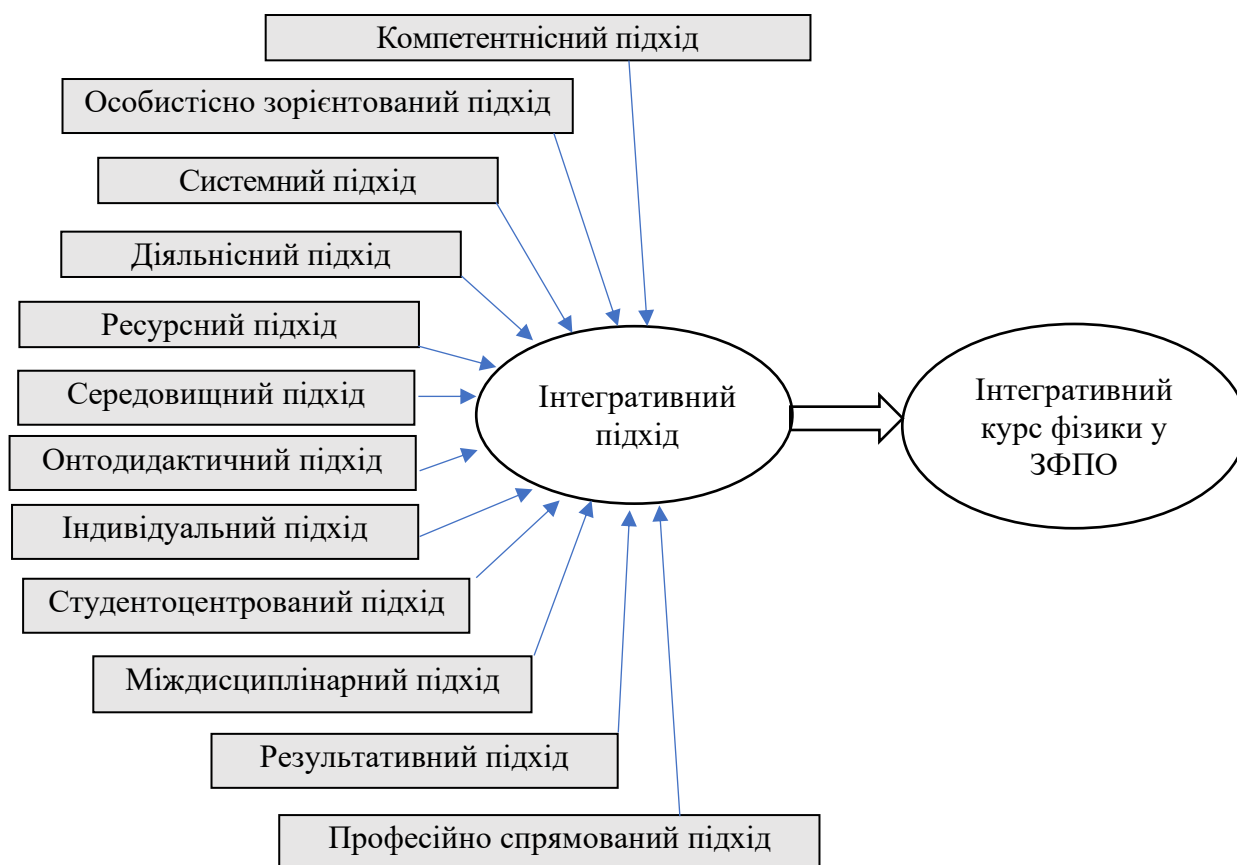


Рис. 1.2.4. Педагогічні підходи.

Виходячи з визначеного, ми вибудовували як теоретичну схему, так і практичну, що має змогу попередньо здійснити критеріально-нормативну експертизу розглянутого інтегративного курсу фізики, користуючись добіркою виважених методологічних вимог, пройти лабіринти пошуку та одержати інноваційну модель його навчання та досягнення результату. Ми також враховуємо перспективність подальшого розвитку системи ЗФПО, про що свідчать дослідження з вибіркою, охопленою 50 закладами фахової передвищої та 60 закладами вищої освіти, включаючи й переміщені коледжі та університети, а також результати наукових досліджень, де акцент ставиться на перехід від знаннєвої парадигми навчання до навчання за результатами; створення нових соціально-детермінованих цілей навчання тощо [94; 199].

Таким чином, окреслені методологічні основи професійно спрямованого навчання інтегративних курсів в інженерних коледжах, які разом із спецдисциплінами складають єдину навчально-дослідну систему досягнень фахових компетентностей фахівця ЗФПО.

1.3. Особливості формування методичної системи навчання інтегративного курсу фізики у фаховому інженерному коледжі в умовах навчально-науково-виробничого комплексу

Формування методичної системи навчання дисциплін у ЗФПО тісно пов'язане з Доктриною розвитку освіти України (2002), Стратегією розвитку освіти України на 2022–2032 роки (2022), Стратегією сталого розвитку України до 2030 року, де роблять акцент на збалансований розвиток професійної освіти, неформальну та інформальну освіту, професійність фахівців, стимулювання до інтеграції та партнерства закладів фахової передвищої освіти з виробництвом, підприємствами, установами. Звертається увага не лише на якість результатів навчання, а й на якість результатів діяльності здобувачів освіти та ін.

Зміна економічних векторів за роки незалежності України безпосередньо позначилася на перебудові структури і змісту освіти у всіх галузях. У частині ЗФПО до значимих реформ можна віднести прийняття Закону України «Про фахову передвищу освіту» та надану можливість перетворювати технікуми й коледжі на відокремлені структурні підрозділи університетів і створення об'єднаних єдиною ціллю ННВК [101; 182; 190]. Організаційно такі комплекси формуються за наказом Міністерства освіти і науки України і мають відповідати економічним, матеріальним, освітнім вимогам. Якраз такі відокремлені структури на основі Стандартів професій та спеціальностей мають можливість ефективно здійснити інтеграцію ОПП закладів фахової передвищої освіти з освітніми програмами університетів, забезпечити безперервне навчання, реалізувати профілізацію, залучити до навчання талановиту молодь і допомогти молоді не помилитися у виборі своєї майбутньої професійної діяльності.

На розвиток та удосконалення змісту й структури інтегративного курсу фізики та всього комплексу навчальних дисциплін у ЗФПО вплинула цифрова трансформація [192; 270], запровадження STEM [121] та ін. Виходячи із зазначеного, ми виокремили загальні показники для формування завдань, цілей, особливостей методичної системи навчання (єдине ціле, яке складається з елементів, між якими існують структурно-логічні зв'язки) інтегративних курсів у фаховому інженерному коледжі в умовах навчально-науково-виробничого комплексу, зробивши акцент на інтегративний курс фізики (рис. 1.3.1). Верхній об'єднаний блок законів та урядових документів логічно між собою пов'язані. У вертикальних блоках розташовані логічно пов'язані між собою показники.

Визначені у дослідженні документи та показники [98; 189; 190; 194] (рис. 1.3.1) розкривають поступальні зміни, починаючи з 2002 року до сьогодення, де простежується перетворення статусу коледжів до рівня технологізованого інноваційного типу, який презентує напрацьований позитивний досвід роботи ЗФПО і переходить на рівень генерування сучасних компетентностей інноваційного типу, реалізацію потенційних ресурсів для виконання місії студентоцентрованого навчання. Такі комплекси покликані піднести рівень освіти до Стандартів європейського зразка [185; 194], що дасть змогу забезпечити фахівців доступною і якісною освітою.

Досвід роботи таких комплексів [199; 278] дає підставу зробити висновок, що вони сприяють: підвищенню конкурентоспроможності випускників на ринку праці; прискоренню темпів впровадження в життя досягнень науково-технічного прогресу; виробленню нових рівневих вимог до акредитації освітніх програм; виконанню стратегії розвитку освіти на 2022-2032 роки; перспективам розвитку коледжу в складі університету за швидкоплинних умов інноваційного середовища. Визначені складові показники законів та стратегій (рис. 1.3.1) реалізуються через структуру, зміст та методики навчання інтегративних та фахових дисциплін у ЗФПО.

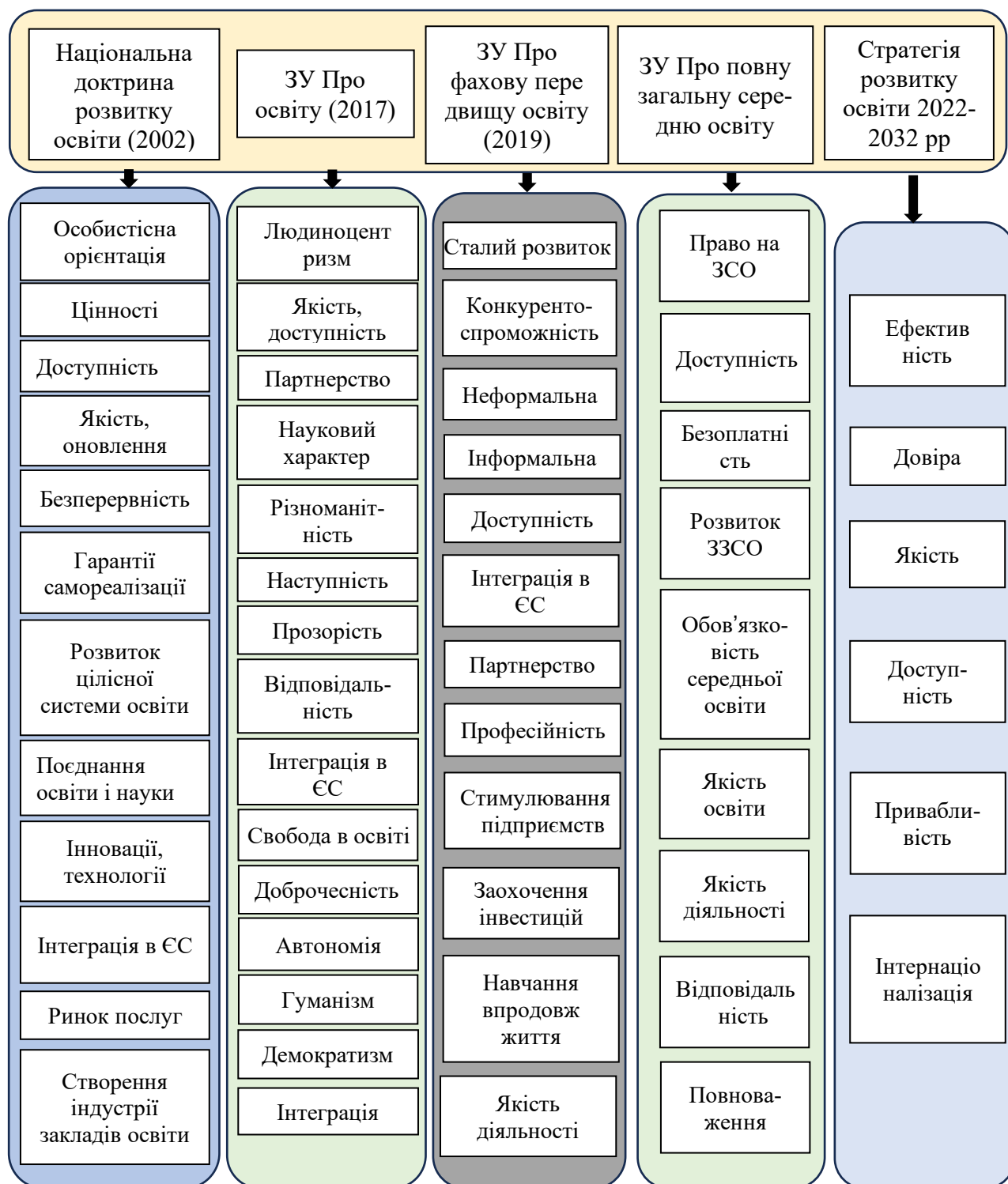


Рис. 1.3.1. Система показників для формування завдань, цілей, особливостей формування методичної системи навчання інтегративних курсів у ЗФПО

Отже, місія коледжів у складі навчально-науково-виробничих комплексів окреслюється більш якісною організацією професійної освіти, раціональним використанням наукових та педагогічних кадрів в освітньому процесі, оновленням матеріально-технічної бази навчання, що дасть змогу підготувати

висококваліфікованих, конкурентоспроможних фахівців, швидшою адаптацією студентів ЗФПО до університетської освіти в частині навчання за інтегрованими освітніми програмами і залученням до наукової роботи, забезпеченням професійної самовизначеності особистості. Реалізація визначеної місії супроводжується системою навчально-методичного забезпечення освітнього процесу у ЗФПО.

Зокрема, у ВСП «КІФК ЦНТУ» здійснюється підготовка за освітніми програмами: Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях, Обслуговування комп'ютерних систем і мереж, Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів, Обслуговування верстатів з ПУ та РТК, Інструментальне виробництво, Бухгалтерський облік, Економіка підприємств, Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем. У свою чергу, у Центральноукраїнському національному технічному університеті є значна частина споріднених освітніх програм за спеціальностями сільськогосподарського машинобудування; технології машинобудування; металорізальних верстатів та систем; обробки металів тиском; матеріалознавства та ливарного виробництва; програмного забезпечення; експлуатації та ремонту машин; будівельних і дорожніх машин та будівництва; деталей машин і прикладної механіки; автоматизації виробничих процесів; електротехнічних систем; теоретичних основ електротехніки; обчислювальної техніки та прикладної математики.

Співставлення приведених освітніх програм інженерних спеціальностей свідчить про можливість і доцільність створення відокремленого підрозділу (коледжу) в структурі ННБК, що дає можливість створювати пропедевтичні інтегративні робочі навчальні програми, більш чітко виокремити фундаментальні інтегративного характеру навчальні предмети. Одним з визначальних серед них є інтегративний курс фізики, який відіграє ефективну пропедевтичну роль для загальнотехнічних та спецдисциплін.

В енциклопедичних виданнях, науково-педагогічній літературі не зустрічається чіткого визначення поняття інтегративного курсу фізики;

здебільшого розглядається множина навчальних дисциплін розділів фізики для з'ясування технологічних чи практичних проблем. Окремі питання фізики практичного спрямування в середній школі через призму політехнічного навчання в свій час вивчали дослідники В. Боровий, О. Бугайов, В. Вовкотруб, М. Головка, І. Климишин, М. Мартинюк, В. Смолянець, В. Сіпій, М. Чумак, В. Шарко, та ін. [45; 47; 52; 229; 280; 281; 282; 288; 292]

Одним із перших в Україні у 1960 р. О. Бугайов розглянув проблему пошуку нових шляхів взаємоз'язку навчання природничих навчальних предметів і, зокрема фізики, з виробничим навчанням та продуктивною працею учнів у сільській місцевості [47].

У 1993-1998 роках О. Бугайов, М. Мартинюк, В. Смолянець апробували інтегративні підручники «Фізика. Астрономія» для 7, 8, 9 класів [280; 281; 282]. Пропонували назви: практична фізика, виробниче навчання та фізика, політехнічне навчання та ін. В основу інтегративного курсу вони поміщали системну множину міжпредметних зав'язків [280; 281; 282].

В. Сіпій досліджував формування в учнів основної школи політехнічного складника предметної компетентності з фізики [229].

Шляхи підготовки майбутніх учителів фізики до профорієнтаційної роботи з учнями загальноосвітньої школи в умовах профілізації навчання розглянув М. Чумак [288].

В. Шарко дослідила теоретичні основи політехнічної освіти учнів старшої школи під час вивчення фізики [292].

Концептуальні підходи до профільного навчання фізики в загальноосвітній школі створили О. Бугайов та М. Головка [45].

В. Вовкотруб розглянув проблему реалізації принципу політехнізму через використання сучасних засобів в процесі навчання фізики [52].

Ідею створення та упровадження інтегративного курсу фізики у Кіровоградському кібернетико-технічному коледжі в значній мірі реалізували В. Поярков та О. Бугайов.

У кінці XX ст. характерною особливістю став перехід суспільства на постіндустріальний шлях розвитку, пов'язаний з переходом із екстенсивного шляху розвитку на інтенсивний. Відповідно, за останні десятиліття відбулися зміни не лише в матеріальному виробництві, а й у науці, освіті, психології суспільства; докорінно змінилася роль науки в матеріальній та духовній сферах людей. У цьому зв'язку частина дослідників розглядають техніко-технологічне середовище поряд з природним, психолого-педагогічним та іншими середовищами як структурний елемент загальнолюдської культури [135].

Аналіз цих змін привів нас до висновку про доцільність переосмислити роль загальноосвітнього курсу фізики у ЗФПО, який вивчається на першому та другому курсах, і зробити акцент на ролі інтегративного курсу фізики як галузі фізики в підготовці конкурентоспроможних фахівців інженерної галузі, що вивчається в другому семестрі другого курсу та на третьому курсі (Додаток Б). Тоді логічно і доцільно інтегративний курс фізики віднести до галузі фізики, яка ґрунтується на застосуванні фізичних принципів і законів для вирішення конкретних технічних і технологічних проблем і завдань. На цей час навчальні дисципліни за курс загальної середньої освіти завершено. Відкриваються реальні можливості для реалізації цілей інтегративного курсу фізики із забезпечення науковими фізичними професійно зорієнтованими знаннями дисципліни новітніх технологій, вирішення пропедевтики у розв'язанні науково-інженерних завдань та забезпечення основами оптимізації технологічних процесів. Завдяки впровадженню інтегративності сучасна наука розкривається не тільки як система знань, але й як система методів.

Таким чином методика навчання інтегративного курсу фізики передбачає навчати студентів інженерних фахових коледжів використовувати фізичні принципи для вирішення конкретних технічних проблем і завдань. До змісту такого курсу доцільно включити: елементи теорії й практики інноваційних технологій, що вивчаються у спецдисциплінах. Експерименти, практичні, лабораторні роботи курсу мають носити характер проєктів, де має місце моделювання і симуляції, вирішення інженерних завдань автоматизації,

розробка нових технологій, аналіз і оптимізація технологічних процесів, робота з спеціальним обладнанням та ін. Перераховані завдання студентоцентрованого навчання спрямовані допомогти студентам застосовувати набуті предметні компетентності з фізики для розв'язання практичних завдань із забезпечення розвитку навичок важливих в інженерній та технічній сферах.

Виходячи із окресленого в п. 1.1 визначення поняття інтегративного курсу навчального предмету, під поняттям інтегративного курсу фізики ми розуміємо спеціальну, галузевого спрямування систему знань, умінь та навичок, компетентностей, об'єднаних змістом, методами й засобами навчання фізики, що забезпечує реалізацію технологічних процесів і практичних завдань спецдисциплін, сприяє вивченню комплексу навчальних дисциплін інженерної галузі, їх розділів, інтегрованих тем, де кожне фізичне явище, поняття, судження, теорія розглядається в контексті технічних і міждисциплінарних проблем.

На відміну від курсу загальної та теоретичної фізики, інтегративний курс фізики (ІКФ) базується на фундаментальних результатах досліджень науково-технічного характеру [178] (див. п. 1.1), тобто його зміст включає основоположні істини фізичної науки для використання у практико-технічних схемах, установках, верстатах та пристроях. На основі аналізу досліджень з окреслення сутності і впровадження поняття інтегративного курсу фізики ми розробили модель інтегративного курсу фізики фахових коледжів інженерної галузі, структуру завдань його навчання (рис. 1.3.2) [262]. Структура завдань основ інтегративного курсу фізики враховує показники, викладені на рис. 1.3.1, і складається з 5 блоків: фундаментальні наскрізні явища, теорії, поняття загальної фізики; компетентності: інтегративні, професійні, загальні; освітні й виробничі технології; правила формування змісту та модель інтегративного курсу фізики та ґрунтового блоку понять прикладного характеру.



Рис. 1.3.2. Модель інтегративного курсу фізики фахових коледжів інженерної галузі

Означені елементи призначені забезпечити навчання 9 предметних компонентів спецдисциплін: сфера низько- і високотемпературних систем; сфера ефективних економічних конструкцій; конструкції енергетичного устаткування; матеріали спеціального машинобудування; характеристики поперечних, поздовжніх, об'ємних деформацій; механічні напруження, міцність, жорсткість, стійкість при динамічних навантаженнях; статично невизначені системи, механізми; закони вибору конструкційних матеріалів; основи теорії деформованого напруженого стану.

Виходячи із проведеного аналізу поняття «інтегративний курс фізики» та досліджень вчених [42; 43; 105; 174; 176; 179; 203; 207; 232; 277; 289; 296; 301], ми зробили висновок, що такий курс спрямований на формування професійної предметної компетентності, чим передбачається: розвиток дослідницьких інженерних навичок; набуття експериментальних умінь для досягнення поставленої мети, які з практикою перетворюються у результати вже наукової діяльності; використання новітніх наукових інженерних методів.

Ефективність формування визначених показників та компетентностей має забезпечитися методичною системою навчання інтегративного курсу фізики. У цьому випадку під поняттям «методична система навчання інтегративного курсу фізики та спецдисциплін у ЗФПО інженерної галузі» розуміється множина єдиної ієрархічно пов'язаних моделей:

- Предметності, коли навчання професійно зорієнтованого курсу фізики та навчальних дисциплін інженерної галузі, що мають різну сукупність компонентів (поняття, явища, судження, теорії, принципи, технології, цифровізація, STEM, інтерактивні освітні технології; технології навчання інтегративного курсу фізики; дидактичне забезпечення навчання основ інтегративного курсу фізики; досягнення результатів навчання у фаховому коледжі засобами інтегративного курсу фізики; навчально-методичний комплекс навчання ІКФ; принцип студентоцентризму; забезпечення досягнення визначених шляхів оцінюється результатами навчання та ін.), які знаходяться у логічних, визначених ОПП спеціальності, відношеннях між собою, підпорядковані узгодженій професійно-освітньо-оціночній меті, де кожен навчальний предмет має власну структурно-методичну систему навчання.

- Локальності, де враховуються не лише особливості змісту й структури різних предметів, але й особливості в організації навчання дисциплін, що склалися у ЗФПО інженерної галузі. Методична система має враховувати локальні особливості навчання курсу фізики та інших дисциплін.

- Динамічності, коли компоненти методичної системи знаходяться у швидкому розвитку та реформуванні, закономірно удосконалюються у змісті, засобах, методах, підходах та перебудовують зв'язки між компонентами, що впливають на поставлені цілі й очікувані результати.

- Практичної спрямованості, що має на меті розвиток виробничої практики навчання, що передбачає розвиток змісту й технологій формування компонентів системи та зміни технологій встановлення зв'язків між ними.

- Конструювання інтегративного курсу фізики передбачає: визначення мети курсу; вибір основ інтегративності та системоутворювального стрижня;

створення структури навчання спеціальності; оцінку рівня інтегративності змісту курсу; організацію форм і методів освітнього процесу за узгодженою програмою; оцінку ефективності курсу; коригування результатів, які знаходять відображення у структурних компонентах програми цього курсу.

Визначені показники методичної системи та модель інтегративного курсу фізики фахових коледжів інженерної галузі (рис. 1.3.2) та технології навчання дисциплін інтегративного курсу фізики (рис. 1.3.3) реалізуються в освітньому процесі ЗФПО інженерного профілю (Додаток Б).

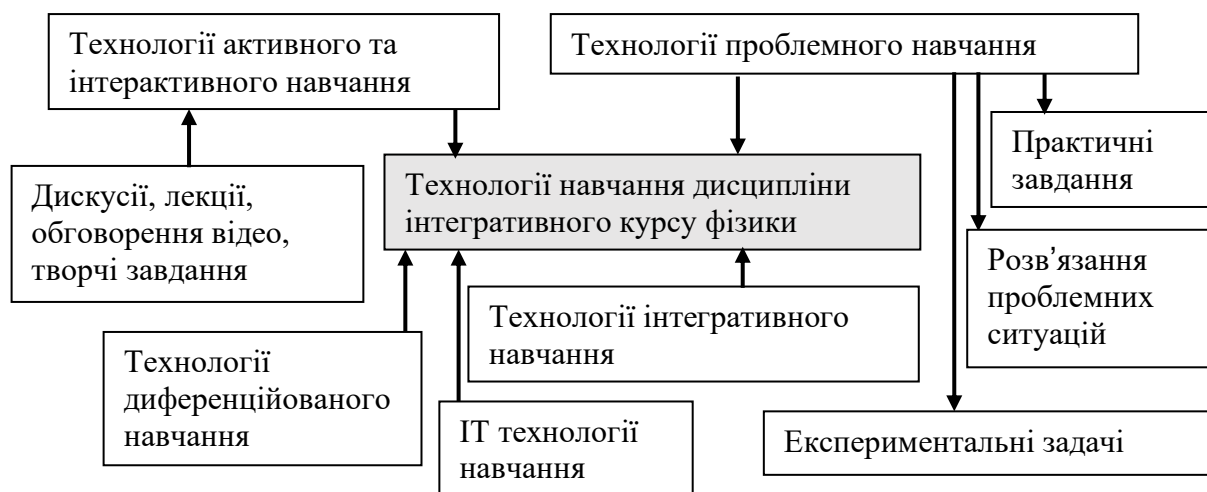


Рис. 1.3.3. Основні технології навчання дисципліни інтегративного курсу фізики

На основі узагальнень дослідників [8; 105; 178; 271; 273] до основних технологій навчання інтегративного курсу фізики ми віднесли технології: активного та інтерактивного навчання; проблемного навчання; диференційованого навчання; інтегрованого навчання; ІТ-навчання (рис. 1.3.3). Кожна з визначених технологій має свою власну структуру та зміст і здатна до розробки і використання прогностичних методів дослідження, аналізу кількісних показників явищ і процесів, опису конкретних технічних систем.

Важливою є компетентнісна компонента методичної системи, яка потребує окремого розгляду. Аналіз навчальних програм, підготовлених під керівництвом Б. Кремінського, В. Локтева, О. Ляшенка та ін. [279], шкільні підручники з фізики, які використовуються у ЗФПО [284], майже не носять прикладного, професійно зорієнтованого характеру для спеціальностей інженерної галузі.

Щодо системи шкільної фізичної освіти, то курс загальної фізики (згідно з програмою) здебільшого використовує принцип політехнізму як засіб взаємозв'язку із дидактичним принципом зв'язку навчання з практикою життя.

Стандарти для ЗФПО, затверджені МОН України на 20 квітня 2022 р. (в кількості 50), виокремлюють, що має знати фахівець. Ми проаналізували стандарти спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка і 123 Комп'ютерна інженерія і сформулювали робочі навчальні плани цих спеціальностей (Додаток Б) та виділили показники, що має знати фахівець (рис. 1.3.4). Порівняння програм [279; 284] (Додаток Б) вказує на суперечність між змістом обов'язкового загальноосвітнього курсу фізики, визначеного навчальною програмою, і необхідністю забезпечення фізичними знаннями спеціальні та технічні дисципліни коледжів. Тому, крім обов'язкового загальноосвітнього курсу фізики, у ЗФПО має бути окремий інтегративний курс фізики з компонентами інженерної складової, що й передбачено навчальними планами [149; 202].

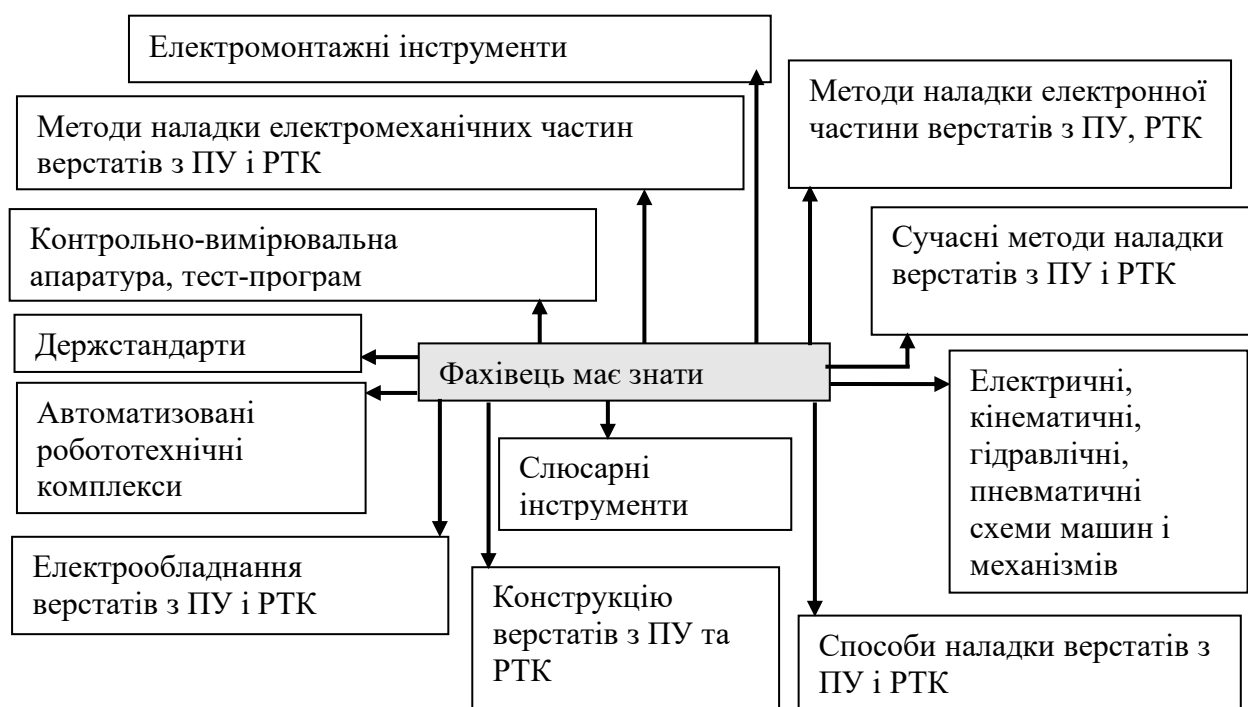


Рис. 1.3.4. Узагальнення, що має знати фахівець інженерної галузі

На рис. 1.3.4 в узагальненій формі зображено передбачені стандартами ЗФПО інженерного спрямування [245–250] 12 блоків знань: поняття змістового характеру, де провідними є компетенції з фізики; способи і методи наладки устаткування та механізмів, що ґрунтуються на фізичних поняттях і законах; виробничі інструменти, дія яких основана на законах фізики; автоматизовані та механізовані засоби. Така структура є основою для визначення переліку, що має уміти фахівець коледжу інженерної галузі, починаючи від оформлення документації до робототехнічних комплексів, налагоджених та ремонтних робіт тощо. У цілому спеціаліст має бути підготовленим до широкого кола робіт з обслуговування та ремонту механізмів і устаткування, володіти навичками управління робототехнічними комплексами, забезпечувати роботу механізованих та автоматизованих виробничих процесів, працювати в проєктних та дослідницьких організаціях інженерного машинобудівного профілю.

Важливим є дидактичне забезпечення навчання основ інтегративного курсу фізики в фахових коледжах інженерного спрямування, оскільки принципи дидактики є ключовими у реалізації студентоцентрованого навчання, де гармонізуються компетентнісний підхід до навчання з результатами навчання. Звідси випливає, що результат навчання технічних та спеціальних дисциплін має в значній мірі забезпечити навчальний предмет інтегративного курсу фізики, який має потенційні можливості й стимулює студентів до використання ґрунтовних прикладних знань для аналізу й удосконалення інженерної діяльності, формування особистісних поглядів на явища та процеси дійсності.

В основі дидактичних принципів науковості, наочності, систематичності й послідовності, доступності і якості, зв'язку із життям, свідомості й активності, міцності знань, умінь і навичок [48; 93; 300] лежать ґрунтовні положення класичної методології, сучасної гносеології, де центральна точка зору на практику впливає із принципу пізнання. Звідси висновки, що в сучасній дидактиці коледжів провідними началами є:

- якість і доступність студентоцентрованого навчання, де практика виступає критерієм істини, а відповідно і джерелом пізнання й сферою

застосування результатів навчання, зокрема інтегративного курсу фізики у навчанні практично зорієнтованих навчальних предметів інженерних коледжів;

- професійно-зорієнтований зміст освіти і його організаційні засади вивчення на основі впровадження інтерактивних форм і методів навчання, що спрямовує діяльність студентів в практичну площину і тим забезпечується вища якість становлення як фахівців;

- поєднання принципу політехнізму та студентоцентрованого навчання забезпечує більш вищий рівень і ефективність й дієвість набутих студентами предметних компетентностей, підвищення їх свідомого інтересу до вузлових аспектів взаємодії з життям [111; 224; 289; 305].

Стрижневою ідеєю визначених начал є досягнення ефективних результатів навчання у фаховому коледжі в нашому дослідженні засобами інтегративного курсу фізики. Це відповідає нинішній парадигмі освіти в Україні та стратегічним завданням, які визначені Кабінетом Міністрів України, Міністерством освіти і науки України.

Виходячи з визначеної ідеї та провідних начал, ми сформували модель реалізації дидактичних принципів навчання інтегративного курсу фізики, яка забезпечується методикою його навчання і ґрунтується на діяльнісному підході, спрямованому на досягнення результатів навчання інтегративного курсу фізики (рис. 1.3.5).

На рис. 1.3.5 виділено три блоки: загальнонауковий, змістово-процесуальний, забезпечення реалізації діяльності в ході навчання інтегративного курсу фізики.



Рис. 1.3.5. Схема шляхів досягнення результатів навчання у фаховому коледжі засобами інтегративного курсу фізики

Структурний елемент удосконалення науково-методичного забезпечення ми розглядаємо на прикладі системи навчально-методичного забезпечення інтегративного курсу фізики (рис. 1.3.6.) у ВСП «КІФК ЦНТУ», який має за мету забезпечити ефективний процес навчання студентів, надаючи їм необхідні знання та навички для успішного вирішення професійних завдань.



Рис. 1.3.6. Схема формування навчально-методичного забезпечення інтегративного курсу

У процесі розроблення навчально-методичного забезпечення інтегративного курсу фізики викладач користується наданим йому Законом України «Про фахову передвищу освіту» правом на академічну свободу, а Стандарти ФПО та ОПП спеціальностей передбачають загальні та спеціальні (фахові) компетентності, очікувані результати навчання. Згідно з цим, викладач може самостійно коригувати програмовий зміст курсу, логіку, структуру його вивчення, комплекс методів та освітніх технологій, засоби навчання, засоби діагностики й контролю, а також доповнювати зазначений вище перелік необхідними, на його переконання, додатковими інформаційними і методичними матеріалами [150].

За визначених підходів (рис. 1.2.5) та з урахування ОПП і робочих навчальних планів спеціальностей (Додаток Б) укладається Навчально-методичний комплекс навчальної дисципліни як складова системи навчально-методичного забезпечення інтегративного курсу фізики. Положення розробляється відповідно до Законів України «Про освіту», «Про фахову передвищу освіту», Рекомендацій Міністерства освіти і науки України «Про навчально-методичне забезпечення навчальних дисциплін» від 09 липня 2018 року і є складовою системи управління якістю освіти у ВСП «Кропивницький

інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету».

З урахуванням вимог принципу студентоцентризму навчально-методичний комплекс навчальної дисципліни інтегративного курсу фізики розроблено на компетентнісній основі і містить:

1. Робочу навчальну програму навчальної дисципліни.
2. Конспекти лекцій навчальної дисципліни.
3. Методичні рекомендації до проведення лабораторних робіт та самостійної роботи студентів.
4. Інструктажі з техніки безпеки.
5. Завдання для поточного контролю та семестрового контролю
6. Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів.
7. Цифрові навчальні матеріали.

Визначення шляхів досягнення результатів навчання в коледжі засобами інтегративного курсу фізики, крім вітчизняного досвіду, ми скористалися напрацюваннями закордонних вчених. Ці шляхи в різних державах є різними, оскільки вони універсально не адаптовані до потреб європейських роботодавців.

Навчання професії механіка у Федеративній Республіці Німеччина здійснюється у відповідних закладах професійної освіти, які визначено у конфедерації кваліфікованих ремесел [323], де розроблено траєкторію навчання студентів інженерних коледжів з урахуванням вимог роботодавців. Професійною підготовкою майбутніх інженерів в коледжах займається в Португалії Департамент освіти [309].

В більшості країн ЄС визначені професійні компетентності інженерних спеціальностей коледжів: здатність до навчання, здатність передавати знання і навички; уміння створювати презентації та вести переговори; бути комунікабельним; володіти навичками зворотного зв'язку; робота в команді; вміння виконувати проєкти; здатність до навчання та самонавчання; гнучкість; креативність і інноваційність; аналітичні здібності; орієнтація на результат; прийняття рішень; системне мислення, бачення розвитку процесу [259].

В частині предметної підготовки фахівець має володіти: знаннями нових технологій; новітнім технологічним оснащенням автоматизованої галузі, основами системи автоматизованого проектування (САПР) та інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ); вміти виготовляти ескіз деталі, робити розрахунки конструкції деталей, механізмів; застосовувати навички оперування інформацією; освоювати складну техніку й технології [245–250].

Забезпечення досягнення результатів оцінюється результатами навчання і є ефективним за умови упровадження методики навчання інтегративного курсу фізики у фахових коледжах інженерної галузі. Щоб вивчити різноманіття машин і механізмів, технологій, розібратися з технічними структурами, силовими установками, передавальними і виконавчими механізмами, приводами, САПР на єдиній науково-методичній та технічній основі, необхідно розробити таку методику навчання інтегративного курсу фізики, яка б органічно здійснювала пропедевтику навчання мехатронних систем, механіки, термодинаміки, керованих приводів, електродинаміки, електроніки, мікропроцесорного управління та ін.

Тоді методика навчання інтегративного курсу фізики має вивчати зміст, структуру, методи і засоби застосування фізичних теорій для розв’язання інженерних та технологічних проблем; використання теоретичних знань про властивості фізичних тіл з метою досягнення визначених освітньою програмою певної спеціальності ЗФПО практичної або технологічної мети; є містком між фізикою та інженерією. Різниця змісту інженерної справи від змісту інтегративного курсу фізики в тому, що інженер покликаний використовувати фізику для фізичних досліджень з метою проєктування конкретних деталей, машин, обладнання, розробки нових технологій чи інженерних рішень.

Таким чином, у фахових коледжах інженерної галузі методика навчання інтегративного курсу фізики має бути орієнтована на пропедевтичне забезпечення практичного використання фізичних знань у сфері інженерії, для чого необхідно створити умови для формування системи таких завдань:

1. Забезпечити студентів системою експериментів, практичних та лабораторних робіт у вигляді проєктів з інженерною спрямованістю. Мається на увазі виконання системи експериментів, які мають конкретний інженерний контекст: вимірювання фізичних характеристик матеріалів для використання у конструкціях та ін.

2. Сформувати в студентів ґрунтовні знання з проєктної діяльності зі створення проєктів, які містять вимоги до застосування фізичних принципів для вирішення конкретних інженерних завдань (розробка нового пристрою, оптимізація існуючого процесу чи вдосконалення технічної системи).

3. Розробити практичні роботи, які актуалізують симуляцію та моделювання інженерних процесів (використання спеціалізованих програм для моделювання фізичних явищ у реальних інженерних сценаріях).

4. Створити практичні вправи з вирішення інженерних завдань (завдання, що вимагають вирішення конкретної проблеми з використанням знань з фізики).

5. Створити умови для практичної взаємодії засобів інтегративного курсу фізики з виробництвом (проходження виробничої практики, академічна мобільність студентів, участь у проєктах з підприємствами, що дозволяє студентам застосовувати свої знання в реальних інженерних областях).

6. В ході навчання загальноосвітнього курсу фізики та інтегративного курсу фізики забезпечити формування навичок роботи з інженерним обладнанням (оволодіння студентами навичками ефективного використання інженерного обладнання для проведення вимірювань і вирішення технічних завдань).

Визначені завдання методики навчання інтегративного курсу фізики спрямовані на те, щоб студенти інженерних коледжів не лише засвоїли теоретичні знання, але й змогли їх успішно застосовувати в інженерних реаліях.

Таким чином, особливість формування методичної системи навчання інтегративного курсу фізики у фаховому інженерному коледжі в умовах навчально-науково-виробничого комплексу полягає в поєднанні теоретичних

знань із практичними навичками, які відповідають потребам сучасної інженерної освіти та промисловості. У цьому випадку освітній процес будується на інтегративних засадах фундаментальних знань із фізики з прикладними аспектами професійної підготовки, що дає студентам можливість глибше розуміти, як фізичні закони й явища застосовуються в їхній майбутній професійній діяльності. Така особливість проявляється через інтегративність теоретичного і практичного навчання, виконання практичних і лабораторних робіт на основі проєктної діяльності, використання сучасного обладнання, розвиток критичного мислення та взаємозв'язок із науково-дослідною діяльністю.

Висновки до першого розділу

Досліджено взаємозв'язок компетентнісного підходу з результатами навчання у закладах фахової передвищої освіти інженерного профілю за студентоцентрованого навчання, де інтегративний курс фізики є не лише засобом реалізації принципу зв'язку навчання з життям, з практикою, а й виконує дидактичні функції політехнічного характеру. На основі 5 цілей Стратегії розвитку освіти України до 2032 року визначено засади студентоцентрованого навчання згідно з методологією проєкту Тюнінга і сформовано триєдину парадигму формування освітньої траєкторії здобуття фахової передвищої освіти. На цій основі визначено напрямки перегляду традиційних підходів формування стандартів, ОПП, навчальних планів та навчальних програм для системи фахової передвищої освіти [31].

Сформовано структуру поняття «результати навчання», де виокремлено рівень теоретичний, рівень застосування на практиці, рівень здатності до виконання завдань, рівень здатності до оцінювання результатів. На основі аналізу традиційної методики навчання фізики у фахових коледжах інженерної галузі та аналізу досліджень, де розглянуто методику професійно спрямованого навчання фізики, зроблено висновок про більш ефективний підхід – запровадити інтегративний курс фізики.

Розроблено структуру методологічного контенту змісту фахової передвищої освіти, що включає загальнонаукову та конкретно-наукову методологію, які забезпечують взаємодію та взаємозв'язок діяльнісного, особистісно зорієнтованого, компетентнісного, системного та ресурсного педагогічних підходів у підготовці фахівців інженерної галузі. Здійснено ґрунтовний аналіз Законів України «Про освіту», «Про фахову передвищу освіту», «Про повну загальну середню освіту», Стратегії розвитку освіти на 2022-2032 роки, Національної доктрини розвитку освіти і зроблено висновок про доцільність створення відокремлених підрозділів (фахових коледжів) університетів та упровадження акредитації коледжів, що спонукає до якісної і доступної фахової передвищої освіти і призводить до швидкої девальвації кодифікованих знань, тому якість освіти визначається якістю взаємодії викладачів та студентів [16; 22].

Зроблено висновок, що структуру і зміст ядра інтегративного курсу фізики ЗФПО інженерної галузі з урахуванням навчання загально-технічних та спеціальних дисциплін складають: концепція теоретичних узагальнень; фундаментальні теорії, наскрізні поняття; неперервний взаємозв'язок теорії та практики; онтодидактичний підхід до побудови змісту інтегративного курсу фізики. Окреслені технології навчання в коледжах, сформовано структурні схеми, що має знати фахівець інженерної галузі.

Сформовані сучасні вимоги до професійної підготовки випускників закладів фахової передвищої освіти на основі Державних стандартів. Розглянуто шляхи ефективного формування у випускника ключових компетентностей у єдності узагальнених знань і умінь, універсальних здібностей та готовності до вирішення значних груп завдань – від особистісних до соціальних, а також спеціальних професійних компетентностей, що визначають оволодіння, власне, професійною діяльністю на досить високому кваліфікаційному рівні, готовність до застосування інновацій у професійній діяльності [13].

Розділ 2. МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ НАВЧАННЯ ІНТЕГРАТИВНОГО КУРСУ ФІЗИКИ ІНЖЕНЕРНИХ ФАХІВЦІВ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ

2.1. Дидактична модель професійно спрямованого навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах

2.1.1. Особливості методів навчання інтегративного курсу фізики у навчально-науково-виробничих комплексах на засадах студентоцентрованого підходу

В умовах реформування системи ЗВО, яка спрямована на укрупнення університетів [155], постійним зменшенням у потребі випускників університетів, демографічними змінами в Україні [166], невпинною автоматизацією й цифровізацією всіх сфер життя та враховуючи тенденції радикальних змін у виробничій сфері держави [169], яка все більше спрямовується на забезпечення фахівцями рівня випускників коледжів, перспективність ЗФПО невпинно зростає.

Останні десятиліття постійно підвищується роль коледжів у країнах ЄС та США.

У США нараховується більше 150 державних університетів, а чотирьохрічних коледжів більше 1900 [112].

Аналогічні тенденції проглядаються в Австрії, Бельгії, Люксембургу, Нідерландах, Німеччині, Франції та інших країнах Європи, хоч заклади освіти різняться за інституційними та організаційними ознаками, підходами до реалізації навчальних програм [257].

Науково-технічний розвиток України законодавчо зорієнтований на інтеграцію в Європейський простір, а тому розвиток системи ФПО повинен мати таку ж стійку спрямованість.

Фактично теоретичною та методичною основою вивчення множини загальнотехнічних та спеціальних дисциплін у коледжах є інтегративні курси, серед яких провідне місце належить інтегративному курсу фізики [12; 110; 277].

В сукупності фізика та астрономія є фундаментальними науками, що вивчають загальні закономірності перебігу природних явищ, закладають основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дають загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу [12]. Крім наукового, вони мають важливе соціокультурне значення і є сьогодні невід’ємною складовою культури людської цивілізації, рушійною силою науково-технічного та соціально-економічного прогресу. Під поняттям фізика, що вивчається у фахових коледжах інженерної галузі, ми розуміємо дві її складові: загальноосвітній курс фізики та інтегративний курс фізики. У сукупності вони виступають теоретичною базою сучасної техніки і технологій. Невід’ємний від освітнього процесу студентоцентрований підхід у навчанні фізики є центральним у формуванні ключових компетентностей: математичної (застосовувати математичний апарат для розв’язування фізичних та астрономічних задач, моделювання, розвитку логіки та ін.); природничої, техніки і технологій (пояснювати явища природи, розуміти принцип дії та будову сучасної техніки, приладів та обладнання на основі фізичних та астрономічних знань); інформаційно-комунікаційної; уміння вчитися впродовж життя (планувати самостійне опрацювання навчального матеріалу з фізики) [12].

Поняття «навчання» є однією з основних категорій сучасної дидактики. Традиційно навчання розглядається як взаємодія між його суб’єктами, спрямована на набуття нових знань, умінь і навичок, їх усвідомлення та практичне застосування, що забезпечує ефективну організацію освітнього процесу. У різних наукових та педагогічних джерелах поняття «навчання» має різні визначення:

- цілеспрямований процес передавання і засвоєння знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини. Навчання – процес

двосторонній: діяльність здобувача освіти – учіння і діяльність учителя – викладання [61];

- суб'єктна педагогічна взаємодія, яка забезпечує виховання, саморозвиток і розвиток взаємодіючих суб'єктів, засвоєння ними необхідних знань, навичок і вмінь, методів пізнання навколишнього середовища [120];

- педагогічний процес, в ході якого здобувачів освіти під керівництвом спеціально підготовлених людей (учителів, вихователів, інструкторів, у закладах вищої освіти – викладачів) опановують знання, оволодівають уміннями й навичками. Процес навчання завжди двосторонній. Він охоплює діяльність учителя (викладання) і діяльність учня чи студента (навчання) [169].

Виходячи із особливостей сутності інтегративних курсів навчання, їх складові мають специфіку (див. п. 1.2), яка пов'язана з постійною науковою й методичною взаємодією та взаємозв'язком кожного складового поняття інтегративного курсу й понять спецдисциплін, технологій та ін. Крім цього, з точки зору завдань Стратегії розвитку освіти на 2022-2032 роки [193], ми розглядаємо триєдину парадигму (методологічний, теоретичний, методичний аспекти) формування освітньої траєкторії здобуття фахової підготовки здобувачів освіти інженерних коледжів, орієнтовану на переміщення наголосу із викладання навчальних дисциплін ОПП на студентоцентроване самоорганізоване навчання студентів (див. п. 1.1). Тоді, враховуючи класичні визначення поняття навчання, ми уточнили дане поняття з урахуванням специфіки освітнього процесу коледжів і розглядаємо його як освітній процес здобуття спеціалізованих знань і навичок після завершення базової освіти, але деталізованих професійно, де глибше вивчають конкретні предмети чи галузі, щоб стати експертами в своїй обраній сфері, включаючи й спеціалізоване навчання з конкретної професії або галузі. Звідси випливає доцільність привести у відповідність мотивований стан триєдиних аспектів: суб'єктів навчання (студентів, батьків, викладачів), рівня розвитку суспільних відносин, стратегій розвитку освіти в коледжах.

На основі визначених властивостей поняття «навчання» інтегрованих курсів ми вважаємо, що таке навчання передбачає розуміння сутності понять, встановлення зв'язків ідей між попередніми та новими знаннями, формування критичного мислення й здатність здобувачів освіти до мобільності знань в залежності від контенту. У результаті особливостей такого навчання студенти по-іншому бачать концепції, ідеї, навколишній світ. Тобто, з одного боку, це процес, що показує результати діяльності здобувачів освіти з формування компетентностей, а з іншого – це їх взаємодія, в результаті якої має місце результат, що відповідає вимогам принципу студентоцентрованого навчання в оволодінні системою навчальних дисциплін ЗФПО.

Виходячи із приведених міркувань щодо поняття «навчання» інтегрованих курсів ми дослідили дане поняття через його особливості під час вивчення загальноосвітнього курсу фізики у ЗФПО різних галузей. Дослідники М. Братко (коледж «Універсум») [42], О. Григорчук (будівельний коледж) [63], С. Килимник [110], Є. Руденко (педагогічний коледж) [207], Т. Семакова (технічний коледж) [221], А. Юрченко (лісотехнічний коледж) [298] та ін. вважають, що поняття «навчання фізики» у фаховому коледжі має свою специфіку. Це пов'язано з тим, які саме знання фахових дисциплін слід включати до загальноосвітнього курсу фізики, щоб частково забезпечити аналіз їх змісту.

С. Килимник розглянув зміст професійно-орієнтованого навчання фізики, заснованого на впровадженні блокової технології та визначив умови й методи організації професійно-орієнтованої діяльності студентів з фізики [110].

О. Григорчук вважає, що підґрунтям для ефективного вивчення загальноосвітнього курсу фізики у коледжах є використання системи фізичних задач в контексті професійного середовища [63].

О. Кузьменко досліджувала навчання фізики з точки зору міждисциплінарних зав'язків фізики та професійно зорієнтованих дисциплін у технічному ЗВО на основі STEM-технологій для підвищенні якості фізико-математичної, технічної, інженерної освіти [121].

О. Соколюк та О. Слободяник вбачають перспективи навчання загальноосвітнього курсу фізики з позиції використання технологій доповненої реальності [237].

Вказані та інші дослідники зробили висновок про необхідність удосконалення методики навчання загальноосвітнього курсу фізики в напрямку професійного спрямування, щоб набуті знання студенти могли максимально використати під час вивчення загальнонаукових, технічних та спеціальних дисциплін. Згідно зі студентоцентрованим підходом, результатом такого учіння є набуті знання, обов'язково практичний досвід (вміння та навички), загальні та професійні компетентності.

Проте в ході аналізу досліджень [20; 124; 207] виявлено ряд суперечностей між практичною підготовкою фахівців у ЗФПО інженерного спрямування та вимогами ринку праці регіону, що проявляється в недостатній розробці спеціальних фахових компетентностей ОПП в частині формування результатів навчання технічних та спеціальних дисциплін через слабку їх інтегративність з фізичним змістом явищ та процесів; об'єктивною необхідністю модернізації підготовки студентів коледжами інженерної галузі і недостатньо розробленим організаційно-методичним забезпеченням цього процесу. Це свідчить про необхідність пошуку інших педагогічних підходів та методик навчання студентів, в тому числі й інженерної галузі. Перехід від знаннєвої парадигми до парадигми результатів навчання інтегративного курсу фізики у фаховому інженерному коледжі є процесом, спрямованим на організацію та стимулювання навчальної, пізнавальної та наукової діяльності студентів з оволодіння фаховими навчальними дисциплінами за наставництвом викладачів коледжу. Цей процес супроводжується набуттям професійних компетентностей, практичних вмінь та технологічних навичок в гармонії з результатами навчання.

Методика викладання інтегративного професійно орієнтованого курсу фізики спрямована на залучення уваги студентів інженерних фахових коледжів, передусім до реалізації їхніх потенційних можливостей, розвитку креативного мислення та практичного використання здобутих професійних компетентностей.

Крім того, важливим аспектом удосконаленої методики є створення умов для формування міжособистісних і соціальних навичок, відомих як «м'які навички» («soft skills»). Вони є важливими для професійного та особистого успіху в життєдіяльності: робота в команді, ефективне комунікативне спілкування, вирішення конфліктів і творче мислення [133].

Визначені шляхи удосконалення методики навчання інтегративного курсу фізики спонукають до виокремлення специфіки традиційних методів навчання для ЗФПО. У педагогічних дослідженнях є різні погляди на визначення поняття методів навчання.

С. Гончаренко метод навчання розглядає як спосіб організації практичного й теоретичного освоєння дійсності, зумовлений закономірностями розглядуваного об'єкта в досягненні поставленої мети [61].

Метод навчання як спосіб взаємозалежної і взаємозумовленої діяльності здобувачів освіти, спрямованої на реалізацію цілей навчання, або як систему цілеспрямованих дій педагога, які організують пізнавальну діяльність тих, кого навчають, і забезпечують розв'язання завдань навчання, взаємозв'язаної діяльності здобувачів освіти, направленої на розв'язання комплексу навчально-виховних задач, розглядається у роботах [6; 12; 13; 41].

Дослідники А. Алексюк, В. Онищук методи навчання розглядають як один з найважливіших компонентів освітнього процесу, без відповідних методів діяльності неможливо реалізувати мету і завдання навчання, досягнути засвоєння здобувачами освіти певного змісту навчального матеріалу [3; 159].

Є точка зору, за якою метод навчання розглядається як спосіб керівництва пізнавальною діяльністю, що має виконувати три функції: навчальну, виховну і розвивальну. У цьому випадку має місце складний педагогічний процес, в якому поєднані гносеологічний, логіко-змістовий, психологічний і педагогічний аспекти [12].

Таким чином, у дослідженнях акцентується увага на ознаках поняття «метод навчання» – це те, з допомогою чого реалізується поставлена мета. Для

загальноосвітнього підходу до організації освіти у частині закладів освіти такий погляд є виправданим, хоч і потребує удосконалення.

Згідно А. Алексюк під поняттям класифікація методів навчання розуміється впорядкована за певними ознаками система традиційних груп методів (словесні, практичні, наочні); групування методів навчання здійснюється за певними ознаками та встановленням між ними зав'язків [3; 22].

Узагальнену класифікацію методів навчання, з урахуванням результатів досліджень зазначених учених дали М. Варій та В. Ортинський [48]. Вони запропонували класифікацію методів навчання провести на основі наступних критеріїв:

- за джерелом знань (словесні, наочні, практичні);
- за етапом навчання (підготовка до вивчення нового матеріалу, вивчення нового матеріалу, закріплення вправ, контроль і оцінка);
- за способом керівництва (пояснення педагога й організація самостійної роботи студентів);
- за логікою освітнього процесу (індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні методи);
- за дидактичними цілями (організація навчальної діяльності, стимулювання і релаксація, контроль і оцінка)
- за характером пізнавальної діяльності тих, кого навчають (пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, проблемного навчання, частково-пошукові, дослідницькі) [48].

Ми здійснили аналіз досліджень М. Братко, О. Григорчука, С. Єфименко, С. Килимника, Є. Руденка та ін. в частині використання методів навчання у ЗФПО [42; 63; 86; 110; 207]. З урахуванням досвіду визначених дослідників та впровадження поняття інтегративний курс фізики в освітній процес ЗФПО інженерної галузі методика навчання інтегративного курсу фізики має базуватися на методах, орієнтованих на конкретні потреби студентів та характер конкретної спеціальності. Методи навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО мають забезпечити формування системного, цілісного розуміння фізико-

технічних, фізико-технологічних, фізико-прикладних процесів, спрямованих на розвиток прикладних навичок для вирішення технологічних завдань. Тут фізика розуміється як складова частина більш широкої системи наук і технологій.



Рис 2.1.1. Методи інтерактивного навчання фізики в системі фахових дисциплін

В цьому зв'язку на рис. 2.1.1 показані основні методи інтегративного навчання фізики та фахових дисциплін, де поряд із традиційними методами визначені удосконалені та новітні методи, які забезпечують навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО:

- передача теоретичних знань через усну презентацію викладача, коли вводяться базові фізичні теорії для вивчення технологій, концепції науково-технічного розвитку; практичні (лабораторні) заняття; симуляції (рольових ігор); реальні проєкти з фаху, де відбувається застосування отриманих знань з інтегративного курсу фізики для розв'язання практичних завдань з науково-технічних та спеціальних дисциплін;

- активні методи: групова робота, як спільна діяльність студентів для вирішення завдань з робототехніки, мехатроніки, САПР; проєктів, чим забезпечується розвиток комунікативних та колективних навичок;
- інноваційні технології: самостійна робота вивчення на базі знань інтегративного курсу фізики професійного обладнання, машин; розвиток навичок за допомогою самостійної роботи, читань та досліджень; використання віртуальної реальності, штучного інтелекту;
- проблемно-орієнтовані: кейс-метод з вивчення реальних ситуацій пояснення теоріями та поняттями інтегративного курсу фізики технічних проблем або кейсів для розвитку аналітичного мислення та вміння приймати рішення;
- електронне навчання з використанням ІТ-технологій для доступу до навчальних ресурсів, віддаленої віртуальної реальності, аналізу методів інтегративного курсу фізики, матеріалів, принципів роботи установок, станків та взаємодії машина-людина; менторство, як особисте керівництво студентів для набуття професійних компетентностей з допомогою методів інтегративного курсу фізики із забезпеченням індивідуального розвитку.

Вказані методи можуть використовуватися окремо чи комбінуватися для досягнення максимальної ефективності у навчанні.

Таким чином, методи навчання у ЗЗСО та гуманітарних ЗВО в значній мірі різняться від методів навчання у ЗФПО та технічних ЗВО, а тому і класифікація їх відрізняється. На основі аналізу робіт дослідників [10; 42; 63; 86; 110; 207] ми виділили критерії класифікації методів навчання у ЗФПО інженерної галузі, які дозволяють визначити оптимальний підхід для розвитку професійних навичок, теоретичних знань та практичних умінь студентів. Ми визначили такі критерії:

- за метою та цілями навчання (інформаційно-репродуктивні, проблемно-пошукові, дослідні, проєктно-орієнтовані);
- за рівнем активізації розумової діяльності (пасивні – слухання лекцій, спостереження демонстрацій; активно-діяльнісний: дискусії, розв’язування проблем, моделювання, індивідуальні проєкти та ін.);

- за формами інтерактивності (групова проєктна діяльність, моделювання робототехнічних машин, автоматизованих пристроїв, установок, створення анімаційних презентацій, використання бібліотек програм та ін.);
- за джерелами знань (вербальні – словесний вплив, наглядові – використання демонстрацій, відео, презентацій, таблиць, графіків та ін.; практичні – діяльність при виконанні лабораторних робіт, проєктів, складання схем та ін.);
- за формою організації освітньої діяльності (індивідуальні методи – за особистісними характеристиками, групові методи – робота в команді, фронтальні методи – робота з усім класом, групою);
- за типом аналітичного мислення і рівнем творчості (інтенсивні – генеруючі ідеї, екстенсивні – репродуктивні);
- за рівнем самостійної діяльності (керовані – згідно з інструкцією, з вільним рівнем свободи в рамках теми навчання, з вільним вибором виконання завдань).

Визначені критерії є найбільш ефективними в методиці навчання інтегративного курсу фізики та спецдисциплін для майбутніх фахівців інженерної галузі. Вони орієнтуються на вимоги професії та потреби конкретної освітньої програми.

Обґрунтоване застосування визначених методів навчання інтегративного курсу фізики та спецдисциплін та критерії їх визначення у тій чи іншій ситуації є умовою гармонізації формування професійних компетентностей та досягнення кінцевого результату навчання і відповідає студентоцентрованому принципу.

Вибір методів навчання інтегративного курсу фізики впливає з актуалізації освітньої діяльності та виявлення опорних знань, як пропедевтики до наступних освітніх дій, після чого здійснюється перехід до мотивації навчання. За успішної мотивації слід оголосити тему та дидактичну мету заняття, за якою визначається метод навчання теми. Далі визначаються завдання заняття, проблемний виклад змісту теми та ін. [211; 215].

В освітній діяльності ЗФПО у навчанні загальнотехнічних і спецдисциплін із використанням інтегративного курсу фізики поряд з визначеними методами доцільно використовувати і традиційні, коли в цьому є необхідність. Це, насамперед, стосується проблемного навчання, де забезпечується самостійна, творча пізнавальна діяльність [298].

У разі застосування даного методу навчання виникає потреба у створенні проблемної ситуації для студентів. Професійно зорієнтований інтегративний курс фізики безпосередньо супроводжує проблемне вивчення загальнотехнічних та спецдисциплін зі створення практично зорієнтованих ситуацій. У такий спосіб забезпечується стимулювання у студентів мотивованого пізнавального інтересу, пізнавальної потреби і, як підсумок, досягнення пізнавальної активності різного рівня та позитивного результату навчання. Особливо тут доцільним є метод проєктів. Процес проєктування розглядають як усвідомлену й цілеспрямовану поетапну діяльність, що закінчується створенням певного наукового чи технологічного продукту. Особливістю такого продукту є те, що це не просто результат реальної діяльності, а й створення потенційних елементів образу майбутнього виробу, задуманого й передбаченого студентом [119].

Частково-пошуковий та дослідницький методи формують проблему, поетапне вирішення якої здійснюється самостійно студентами під керівництвом викладача. У цьому випадку відбувається поєднання репродуктивної та творчої діяльності студентів [12]. Таким чином, вибір методів навчання у коледжах має базуватись на індивідуальних особливостях студентів з урахуванням рівня розвитку фізичних умінь, розумових здібностей, індивідуальних психічних особливостей.

На основі дослідження особливостей поняття «навчання» інтегрованих курсів та спецдисциплін (див. п. 1.2), методів інтегративного навчання фізики та спецдисциплін, критеріїв їх визначення, розглянутих теоретико-методичних засад навчання інтегративних курсів чотириєдиного підходу (гармонізація, компетентності, студентоцентризм, результати навчання), ми створили структурно-функціональну модель концепції методичної системи навчання у

ЗФПО інтегративного курсу фізики та технічних дисциплін ЗФПО (рис. 2.1.2). Вона складається з чотирьох компонентів: цільового, змістово-мотивуючого, процесуально-діяльнісного, діагностичного.

Цільовий компонент процесу навчання інтегративного курсу фізики як пропедевтики навчання спецдисциплін формується соціально-детермінованою метою, відображає знанняву інтегративну та фізико-технічну складову, яка забезпечується, насамперед, комунікаційними навичками, фізико-технічним мисленням через якісну підготовку кваліфікованих кадрів, здатних постійно підвищувати свої фахові знання. Тут передбачається взаємозв'язок із організаційно-педагогічними умовами та педагогічними підходами до організації навчання інтегративного курсу фізики.

В основі змістово-мотивуючого компонента містяться нормативні документи: стандарт освіти, ОПП, навчальний план, які визначають принципи добору змісту навчального матеріалу для формування інтегрованих професійно-технічних, фундаментальних знань, інтегративно орієнтованої інформації, що створює педагогічні підходи та умови для підготовки майбутнього фахівця, стимульованого на творчий розвиток особистості і професійного росту.

Реалізація принципів інтегративного навчання курсу фізики проводиться за педагогічних умов:

- методологічні знання позначають розуміння й чітку постановку мети практичної діяльності; акцентують увагу на усвідомленні проблем інтегративного навчання, спрямованих на формування і досягнення системи цілей; осмислення педагогічних підходів, методів досягнення цілей у інтегративному навчанні, передбачаючи появу інновацій й фундаменталізацію фахової підготовки спеціаліста;

- теоретичні знання інтегративних курсів (включаючи й фізику) є специфічним, відносно самостійним видом наукового знання, яке формується на основі переробки накопичених фактів, результатів спостережень, дослідів – емпіричного знання з наступним аналізом, синтезом, узагальненням,

систематизацією на рівні раціонального й критичного мислення, мають бути випереджальними і перевірятися практикою;

- практична підготовка розглядається як система практичних знань та досвіду, що набуваються студентами в ході інтегративного навчання фізики та спецдисциплін у ЗФПО інженерної галузі для ефективної підготовки фахівця широкого профілю з поєднанням із галузевими вимогами інженерного типу виробництва.

Процесуально-діяльнісний компонент моделі містить форми організації навчання інтегративного курсу фізики, методи, засоби навчання, які необхідні для формування компетентностей майбутнього фахівця. Характерним є чотириєдиний підхід до процесу й діяльності, що виражений через студентоцентроване навчання, гармонізацію всіх видів діяльності, упровадження компетентнісного навчання та акцент на кінцеву результативність. Концептами інтегративних курсів виступають методологічний, теоретичний, методичний підходи, які визначені у педагогічних умовах.

Діагностичний компонент передбачає ланку завдань, які забезпечать проєктування методики навчання інтегративного курсу фізики та системи засобів її реалізації, починаючи з моніторингу рівня компетентності з фізики та спецдисциплін до перспективного прогнозування через визначення цілей і ресурсів, структурний аналіз, планування тощо.

Для визначення принципів цілеспрямованого розвитку професійної компетентності студентів необхідно з'ясувати сутність законів і закономірностей процесу навчання, які й нині є дискусійними.

На основі проведеного аналізу моделі концепції методичної системи навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО (рис. 2.1.2) ми виділили особливості методів навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО, що входять до складу навчально-науково-виробничих комплексів на засадах студентоцентрованого підходу, висвітлено змістові та сутнісні їхні аспекти, конкретизовано методи передбачення й отримання нового знання, деталізовано шляхи розвитку логіко-аналітичного мислення здобувачів освіти. Визначені й

обґрунтовані педагогічні умови формування досліджуваного феномена інтегративний курс фізики, розкрито діагностичний інструментарій дослідження.

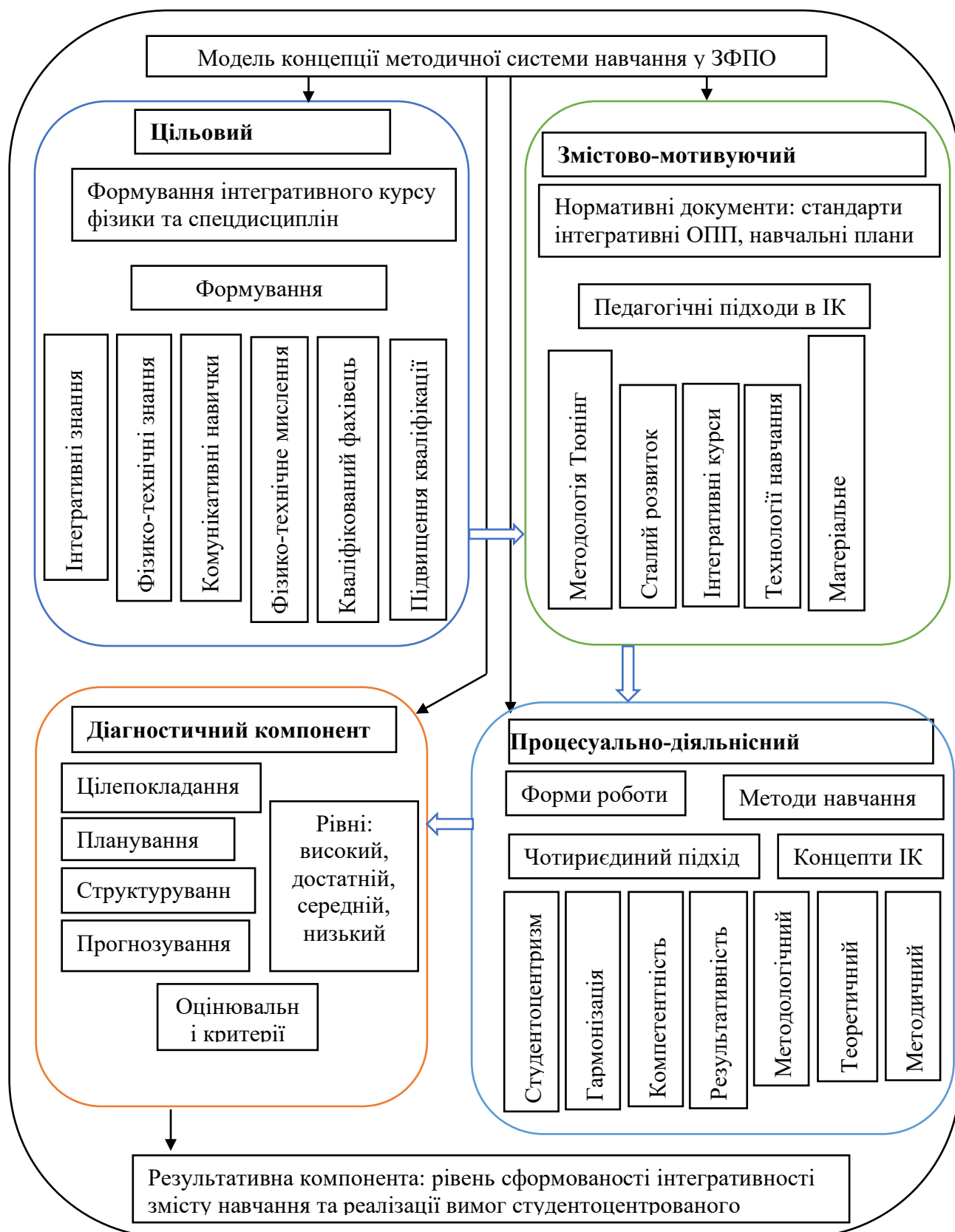


Рис. 2.1.2. Модель концепції методичної системи навчання у ЗФПО

Доведено, що виокремлена модель концепції методичної системи навчання у ЗФПО об'єднує процесуально-діяльнісний, діагностичний, цільовий і змістово-мотивуючий компоненти і сприяє безперервному зростанню професіоналізму майбутніх спеціалістів ЗФПО.

2.1.2. Місце загальноосвітнього курсу фізики у формуванні фахових компетентностей студентів ЗФПО інженерного спрямування

Після ліквідації Міністерства вищої та середньої спеціальної освіти (1991) і до прийняття Закону України «Про фахову передвищу освіту» (2019) технікуми та училища в організаційному, кадровому, методичному, матеріальному забезпеченні, знаходилися у невизначеному стані. Підручників, посібників, методичного забезпечення для навчання практично не було. Науково-методична робота не мала орієнтирів. Для навчання фізики в технікумах використовували в основному підручники П. Воловика (2005) [54], В. Дмитрієвої [72], Л. Жданова та Г. Жданова (1979, 1983), [87], О. Цветкової [286] та ін.

О. Бугайов, С. Гончаренко, М. Головка на науково-практичних конференціях висловлювали ідеї щодо підготовки навчальних програм, навчальних планів, підручників для таких закладів освіти.

О. Бугайов, починаючи з 1963 р., досліджував проблему пошуку шляхів взаємозв'язку навчання фізики, виробничого навчання, продуктивної праці здобувачів освіти у кандидатській дисертації «Взаємозв'язок вивчення фізики і виробничого навчання в середній школі (на матеріалі підготовки механізаторів сільського господарства)», де розглядав можливості реалізації одержаних висновків у сільськогосподарських технікумах.

Прийняття Закону України «Про фахову передвищу освіту» дало змогу отримати статус ЗФПО, стандарти спеціальностей, а відповідно формування ОПП, навчальних планів. Чітко визначено: «...особи, які здобувають фахову передвищу освіту на основі базової середньої освіти, зобов'язані одночасно виконати освітню програму профільної середньої освіти професійного

спрямування» [194]. У перелік предметів профільної середньої освіти у закладах фахової передвищої освіти, що здійснюють підготовку спеціалістів на основі базової середньої освіти, входять і природничі навчальні предмети: хімія, біологія, фізика, астрономія. За таких умов постала проблема визначити місце цих курсів у підготовці професійних фахівців ЗФПО інженерного спрямування, вимоги до яких визначені стандартами спеціальностей, ОПП і навчальними планами.

Цьому передувала робота науковців з визначення змісту навчання фізики в закладах освіти різного рівня навчання.

М. Головка та О. Бугайов розглянули проблеми профільного навчання, дали наукове обґрунтування такого навчання з використанням сучасних досягнень дидактики та психології, окреслили його теоретико-методологічні засади, проектування та реалізацію структури та змісту навчання фізики в старшій школі, створення інформаційно-методичного забезпечення нового покоління, зокрема, підручників, що якнайповніше реалізують функції розвиваючого навчання, а також педагогічних технологій комп'ютерної підтримки навчання фізики [46].

С. Гончаренко розробив концепцію навчання фізики для середньої загальноосвітньої школи та для технікумів [59].

Г. Шатковська розробила науково-методичні засади інтеграції знань з фізики і хімії студентів вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації техніко-технологічного профілю [293].

Автори досліджень визначали важливість загальноосвітнього курсу фізики для закладів ФПО (спеціальної середньої освіти), що полягає у взаємодії фізики з предметними курсами технікумів. Такий курс має забезпечити майбутнього фахівця загальноосвітніми знаннями, вміннями та навичками, які складають цілісну їх систему. Це дає можливість майбутньому фахівцеві опанувати й виконувати важливі функції у професійній діяльності. У курсі фізики студенти зазвичай вивчають механіку, термодинаміку, електромагнетизм, оптику, ядерну

фізику та основи квантової фізики [279; 284]. Компетентності формуються в ході різних форм занять.

Після прийняття Закону України «Про фахову передвищу освіту» чітко окреслено загальноосвітній цикл навчальних предметів нормативними документами МОН України. Одночасно в коледжах з'явилась можливість ввести окремо інтегративний курс фізики.

На основі досліджень методики навчання загальноосвітнього курсу фізики та відповідної методики навчання фізики у ЗФПО нами визначені відмінності між ними.

Так під поняттям методики навчання загальноосвітнього курсу фізики в закладах фахової передвищої освіти розуміється сукупність педагогічних підходів, методів, прийомів та засобів, які спрямовані на ефективне засвоєння студентами фізичних знань, набуття умінь та розвиток їхніх навичок на практиці. Основною метою методики є формування наукового мислення, розуміння фізичних законів та розвиток уміння застосовувати ці знання в реальному житті.

Під поняттям методики навчання інтегративного курсу фізики в закладах фахової передвищої освіти розуміється система підходів і методів, спрямованих на комплексне та практично орієнтоване засвоєння фізичних знань студентами, з урахуванням їхньої майбутньої професійної діяльності.

На відміну від загальноосвітнього курсу, де фізика викладається як самостійний предмет, інтегративний курс пояснює (розтлумачує) з точки зору законів фізики знання спеціальних дисциплін з галузі інженерії та електроніки, що робить навчання більш релевантним і прикладним.

На основі навчальних програм з фізики для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (авторський колектив під керівництвом В. Локтева та авторський колектив під керівництвом О. Ляшенка) та досліджень сутності інтегративного курсу фізики, викладених у першому розділі та у п. 2.1.1, ми виокремили основні компоненти методики навчання загальноосвітнього й інтегративного курсів фізики та порівняли їх (таб. 2.1.1).

Таблиця 2.1.1.

Порівняльна таблиця показників методики навчання загальноосвітнього і інтегративного курсів фізики у ЗФПО

Показники методики навчання загальноосвітнього курсу фізики у ЗФПО	Показники методики навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО
Цілі навчання загальноосвітні: окреслення знань та навичок, які мають бути сформовані у учнів до кінця навчального курсу, таких як розуміння основних законів механіки, електромагнетизму, оптики, термодинаміки та квантової фізики [267; 269].	Цілі навчання інтегративні: навчальний матеріал вивчається в контексті тих дисциплін, які є важливими для майбутньої професії студентів: закони механіки, електродинаміки, термодинаміки та молекулярної фізики, квантової теорії і вивчаються разом із прикладними аспектами інженерів або техніків.
Принципи навчання визначають науковість, доступність матеріалу, поступовість освоєння знань, зв'язок з реальним життям та міжпредметна інтеграція (наприклад, застосування математики у фізичних задачах).	Принципи навчання спрямовані на практичну орієнтацію, основна увага приділяється лабораторно-практичним роботам, проєктній діяльності та практичним завданням, які мають безпосередній зв'язок із професійними навичками, формуванню у студентів практичного досвіду та розуміння, як фізичні принципи застосовуються у їхній галузі
Методи навчання традиційні включають лекційні заняття для пояснення теорії, лабораторні (практичні) роботи для закріплення знань, рішення задач для розвитку логічного та аналітичного мислення, а також інтерактивні методи: проєктна діяльність, робота в групах.	Методи навчання крім традиційних включають проєктний метод, роботу в малих групах, де студенти розв'язують прикладні задачі, комплексні проблемно-орієнтовані лабораторні роботи, де передбачено аналіз реальних виробничих ситуацій з точки зору фізичних законів.
Засоби навчання – використання візуальних матеріалів, таких як презентації, анімації та відео; технічного обладнання, фізичних приладів для експериментів; а також цифрових інструментів, симулятори або онлайн-платформи для дистанційного навчання.	Засоби навчання – традиційні (підручники, плакати, стенди, типове обладнання), цифрові засоби професійного спрямування, інтерактивні (електронні платформи, тестувальні системи), дослідницькі проєкти та STEM-підходи, робототехніка, 3D друк, візуалізації (доповнена реальність, графіка, моделювання).
Оцінювання знань – формування об'єктивного зворотного зв'язку про рівень засвоєння матеріалу через тести, контрольні роботи, захист лабораторних робіт, проєктні завдання.	Оцінювання – орієнтоване на інтегративність теоретичних знань, практичних навичок та вмінь вирішувати професійні задачі; комп'ютерне тестування, виконання проєктів професійної орієнтації, практичні заліки або кейс-методи, які імітують реальні виробничі ситуації.
Структура і зміст визначені затвердженою МОН загальноосвітньою програмою	Структура і зміст визначаються з урахуванням Стандартів, ОПП спеціальностей.

Показники методики навчання загальноосвітнього курсу фізики у ЗФПО	Показники методики навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО
Виховна мета орієнтує на розвиток критичного мислення та творчих здібностей студентів, що дозволяє розуміти фізику як інструмент дослідження і пізнання світу.	Виховна мета орієнтує на розвиток у студентів практичного мислення, навичок аналітичного підходу до проблем і готовність застосовувати наукові знання в майбутній професійній діяльності, чим підвищує мотивацію студентів, оскільки вони бачать зв'язок між теорією та практикою, а також реальну користь від знань з фізики для своєї кар'єри.

В частині загальноосвітнього курсу фізики окремо виділимо сутність окреслених у таблиці показників.

Традиційними у навчанні загальноосвітнього курсу фізики є три групи методів навчання: словесні, практичні та наочні, які постійно удосконалюються, збагачуються і спрямовані на реалізацію принципів навчання: науковості, доступності матеріалу, послідовності освоєння знань, зв'язку з реальним життям, міжпредметної інтеграції тощо.

За словесної групи методів інформація представляється студентам засобами слова (усного чи писемного) для формування у них знань, умінь, переконань у формі лекції, бесіди, розповіді, пояснення, диспуту, рольової гри, драматизації, роботи з книгою, де кожен конкретний метод має свої особливості. Найбільш поширеними формами організації навчання загальноосвітнього курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти є лекції, розповідь, пояснення, бесіда, навчальні дискусії, групові або індивідуальні консультації з викладачем тощо.

Лекції допомагають студентам отримати фундаментальні системні теоретичні знання. Вони слугують стрижнем освітньої траєкторії в освоєнні курсу, цілісним сприйняттям студентами тем, розділів фізики з чітким логічним опосередкуванням та взаємозв'язками по проблемі в цілому.

Розповідь використовується при викладі найновіших наукових результатів, де слід деталізувати достовірні факти та відобразити особисту оцінку інформації.

Пояснення має на меті розтлумачити виявлені закономірності досліджуваного явища, процесу, а тому вимагає чіткої постановки задачі, розкриття причинно-наслідкових зв'язків, викладення доказових прикладів тощо.

Метод бесіди має початок із сократівських часів, коли шляхом обґрунтованого підбору системи питань підводять студентів до розуміння проблеми навчання.

Ефективний стимулюючий рівень пізнавального інтересу носить навчальна дискусія, коли студенти залучаються до активного обговорення наукових проблем, чим спонукається осмислення й аргументація різних точок зору.

Група практичних методів при навчанні загальноосвітнього курсу фізики у ЗФПО використовується, коли необхідно зробити акцент на актуалізації самостійності студентів у навчанні [12; 86; 109; 207; 294]. Найбільш поширеними є виконання вправ з фізики (поміщених у підручниках), проведення лабораторних та практичних робіт, практикуму згідно з програмою, дослідних завдань. Їх тематика носить більше загальноосвітній характер.

У закладах ФПО інженерного спрямування ефективними у формуванні професійних навичок майбутнього фахового молодшого бакалавра є фізичний експеримент, демонстрації, розв'язування задач. У програмах «Фізика і астрономія» [279] та «Фізика» [284] для 10-11 класів, за якими складаються робочі програми ЗФПО, подається перелік таких робіт. Частину з них викладачі можуть максимально наблизити до професійної їх спрямованості.

Розв'язання фізичних задач сприяє студентам розвивати аналітичні та математичні навички, які необхідні для фахівця сучасного виробництва. Така діяльність сприяє не лише закріпленню вивченого матеріалу, а й демонструє єдність фізики з технічними та спеціальними дисциплінами [279; 284]. Зміст задач може також включати обговорення застосувань фізики в різних галузях науки та техніки та залучення студентів до проєктної діяльності [10].

Наочні методи навчання в закладах ФПО загальноосвітнього курсу фізики є досить ефективними, коли використовуються реально діючі моделі, ілюстрування процесів, демонстрування (не проведення демонстрації згідно навчальної програми), самостійне спостереження об'єктів галузі [157; 207; 234]. Особливість їх полягає в тому, що викладачі мають можливість використати зображення, моделі, аналоги об'єктів, процесів і явищ, конкретних технологічних образів, сприймаються органами відчуття безпосередньо.

Характерним для методу ілюстрування є використання статичної наочності у вигляді схем, плакатів, малюнків та ін. Для методу демонстрування властивим є акцентування на рухливості моделей, деталей установки, динамічних дослідів тощо.

Визначені групи методів навчання безпосередньо спрямовані на системне формування ефективних мотивів учіння, а мотивованого студента саме життя стимулює до активізації пізнавальної діяльності.

В таблиці 2.1.1 виокремлено поняття засоби навчання, що використовуються при вивченні загальноосвітнього курсу фізики у ЗФПО. До них віднесено навчальною програмою використання візуальних матеріалів, таких як презентації, анімації та відео; технічного обладнання, наприклад, фізичних приладів для експериментів; а також цифрових інструментів, симулятори або онлайн-платформи для дистанційного навчання.

В педагогічних дослідженнях виділяються базові та інноваційні засоби навчання у ЗЗСО [70; 154; 173; 237].

В. Демкова, Ю. Хомяковський пропонують іншу класифікацію засобів навчання. Вони поділяють їх: на натурні та віртуальні; на штучні, природні (в залежності від джерел); на прості й складні; на динамічні й статистичні; на площинні й об'ємні; на візуальні, аудіальні, аудіовізуальні; паперові, магнітооптичні, електронні, лазерні; традиційні, перспективні [69].

Таким чином, методика навчання загальноосвітнього курсу фізики здійснюється згідно з програмою для учнів 10-11 класів ЗЗСО, а тому має певний пропедевтичний характер щодо формування фахових компетентностей студентів

ЗФПО інженерного спрямування і не носить професійної спрямованості. Це складає окрему проблему, яку доцільно дослідити комплексно. Аналіз стандартів та ОПП спеціальностей коледжів інженерного спрямування [182; 184; 195; 196; 201; 245–250], вивчення висновків досліджень, проведених вченими [34; 134; 254], результати порівняльної таблиці 2.1.1 приводять до висновку, що для забезпечення якості підготовки фахівців інженерної галузі у ЗФПО доцільно удосконалювати методику навчання окремого інтегративного курсу фізики, оскільки загальноосвітній курс фізики ЗЗСО за своїми цілями, змістом, методами та принципами, засобами навчання, формами оцінювання не в змозі ефективно і в повній мірі забезпечити навчання технічних та спеціальних дисциплін.

Традиційно з класичної точки зору до поняття фізика дослідники здавна відносять загальноосвітній курс фізики (прикладний) та теоретичну фізику (рис. 2.1.3). Згідно з ОПП та навчальним планом спеціальностей в інженерних коледжах вивчається і загальноосвітній навчальний предмет фізика за програмою ЗЗСО, який мало носить професійну спрямованість [279; 284]. У першому розділі дослідження та п. 2.1.1 обґрунтовано доцільність упровадження інтегративного підходу до поняття інтегративного курсу фізики (рис. 2.1.3).

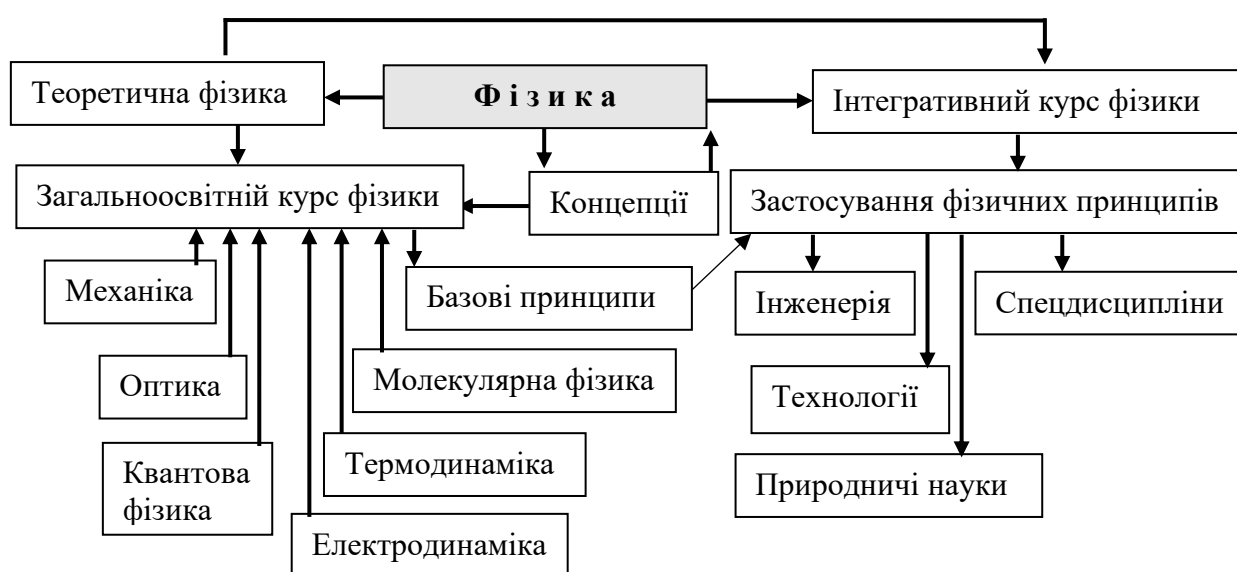


Рис. 2.1.3. Складові поняття фізика

У ЗФПО вивчення курсу теоретичної фізики не передбачається ОПП спеціальностей, проте елементи теоретичної фізики вивчаються у навчальних дисциплінах інженерної галузі – технічна механіка, опір матеріалів та ін.

Забезпечення фізичними знаннями цих дисциплін виконує інтегративний курс фізики.

Загальноосвітній курс фізики відіграє роль фундаментальної бази загальноосвітньої спрямованості [227] і включає в себе поняття, явища, процеси, розглядає поняття речовини і поля та вивчає властивості хвиль і не має професійної спрямованості. Вивчення даних розділів зосереджене на тих питаннях, які поглиблюють раніше здобуті у 7-9 класах знання і вміння [279; 284].

Інтегративний курс фізики ми розглядаємо як ґрунтовний курс, який зосереджений на застосуванні фізичних принципів і законів, понять, теорій для вирішення конкретних технічних проблем і завдань. Він допомагає забезпечувати відповідними знаннями розробку нових технологій, вирішення інженерних завдань, оптимізацію процесів. Звідси випливає висновок, що прикладні фізики (викладачі) мають мати специфічну підготовку і працювати в різних сферах діяльності, зокрема в галузях електроніки, медицини, енергетики, матеріалознавства та ін., і покликані використовувати фізичні закони, принципи, теорії, поняття для створення корисних продуктивних технологій. Тобто зміст інтегративного курсу фізики передбачає використання фундаментальних законів природи для вирішення практичних завдань виробництва, сприяє розробці нових технологій, орієнтованих на застосування законів фізики в технічних та спеціальних навчальних дисциплінах, суміжних науках, необхідних для майбутньої професійної діяльності [245–250]. Звідси випливає специфіка інтегративного курсу фізики в інженерних коледжах. Вона полягає у практичній спрямованості для вивчення профільюючих дисциплін: електротехніка, матеріалознавство, технічна механіка та ін.

Виходячи із приведеного аналізу, особливості навчання інтегративного курсу фізики у коледжах полягають у тому, що цей курс у коледжах орієнтований на застосування фізичних понять, явищ, процесів, теорій, принципів, суджень у практичних сферах інженерії, технологіях, природничих науках.

Методика навчання інтегративного курсу фізики орієнтована на розвиток практичних навичок і вмінь, які студенти можуть використовувати в реальних інженерних та технічних сферах. До завдань методики відноситься розробка змісту, демонстрацій, лабораторних та практичних робіт, задач, проєктів для забезпечення навчання професійних технологій в галузях електроніки, оптики, медицини, енергетики та ін. Експерименти та лабораторні роботи спрямовуються на вивчення використання фізичних явищ у конкретних дисциплінах, розуміння методів вимірювань, аналізу результатів навчальних дій та ін. Складова методики моделювання має забезпечити симуляції, комп'ютерне моделювання установок, обладнання з використанням фізичних процесів, їх динаміки. У частині вирішення інженерних завдань необхідна розробка методики формування дизайну, розгляду технічних систем та ін., аналізу та оптимізації процесів – застосування фізичних законів, явищ, процесів у технологіях, енергозбереження тощо, робота зі спеціалізованим обладнанням в кожній галузі та ін. [2].

Ці завдання спрямовані на діяльність студентів в частині формування прикладної компетентності, застосовувати набуті знання інтегративного курсу фізики для розв'язання практичних завдань і на їх основі розвивати навички, які є визначальними в інженерній та технічній сферах.

Проблеми навчання фізики (загальної) у закладах фахової передвищої освіти знайшли відображення у багатьох роботах [10; 63; 207; 302], проте методична система професійного спрямування навчання інтегративного курсу фізики саме у фахових інженерних коледжах майже не розглядалась.

2.2. Формування професійних та фахових компетентностей за студентоцентрованого навчання інтегративного курсу фізики

В умовах індустріально-інноваційного розвитку сучасного суспільства завдання закладів фахової передвищої освіти інженерного спрямування (ВСП) полягає в тому, щоб забезпечити майбутнього фахівця необхідним обсягом

знань, навчити його творчому мисленню та професіоналізму. Він має самостійно виконувати професійні завдання, відновлювати та розвивати власні знання. Для роботодавців найбільш привабливими є ті випускники, що володіють сукупністю теоретичних знань, професійних умінь і навичок, які здатні вирішувати професійні проблеми та завдання в реальних ситуаціях з використанням знань та життєвого досвіду [34]. За таких умов конкурентоспроможними можуть бути фахівці, що швидко, гнучко і креативно мислять, оперативно приймають зважені рішення для розв'язання поставлених завдань та усвідомлюють рівень відповідальності в рамках посадових обов'язків.

Серед фахівців, затребуваних виробництвом, чинне місце займають фахові молодші бакалаври. Зокрема, в основі підготовки компетентних фахових молодших бакалаврів спеціальностей «Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем», «Прикладна механіка» та «Галузеве машинобудування» лежать теоретичні та практичні знання інтегративного характеру, які у майбутньому дадуть змогу фахівцю конкурувати на ринку праці [245–250]. Тому формування компетентності майбутнього фахівця за таких умов є головним завданням закладів фахової передвищої освіти, у яких готують фахівців за інженерними спеціальностями.

В енциклопедії освіти за редакцією В. Кременя поняття професіоналізм розглядається як сформована у процесі навчання та практичної діяльності готовність до компетентного виконання функціональних обов'язків; рівень майстерності у професійній діяльності, що відповідає рівню складності роботи [83]. Професіоналізм майбутнього фахівця інженерної механіки ЗФПО формується під час проходження виробничих та технологічних практик, конкурсів професійної майстерності.

У Законі України «Про освіту» введено поняття ініціативність і підприємливість як ключові компетентності [190].

Ініціативність — морально-психологічна риса особистості, яка характеризується здатністю і схильністю до активних і самостійних вчинків [311].

Підприємливість – це якість особистості, в основі якої лежить установка на систематичний пошук нових можливостей поза межами наявних ресурсів, саморозвиток та самореалізацію, ефективна діяльність в умовах невизначеності. Результатом підприємливості стає створення та реалізація об'єктивно або суб'єктивно сучасних ідей, технологій і суспільних проєктів [261].

Ініціативність та підприємливість також розглядаються як здатність індивіда реалізовувати задуми в житті через наступні аспекти: креативність, тяжіння до інновацій, вміння ризикувати, а також здатність планувати діяльність і досягати запланованого [276].

У «Термінологічному словнику з основ підготовки наукових та науково-педагогічних кадрів післядипломної педагогічної освіти» (за ред. Є. Чернишової) зазначено: «компетентність – сукупність загальної і професійної підготовки, що дозволяє адекватно реагувати на потреби конкретного робочого місця чи виконуваної роботи, які мають тенденцію змінюватися». Таке визначення розкриває саме сутність «професійної компетентності» [261].

В енциклопедії освіти професійна компетентність розглядається як сукупність знань і вмінь, необхідних фахівцю для здійснення ефективної професійної діяльності: вміння аналізувати і прогнозувати результати праці, використовувати сучасну інформацію щодо певної галузі виробництва [83].

Н. Бібік [38], О. Овчарук [243], Дж. Равен [307], М. Садовий, О. Трифонова [215] та ін. досліджували проблему формування предметних компетентностей прикладного характеру в розумінні як інтегративного результату, що передбачає зміщення акцентів з нормативно визначеними знаннями, уміннями і навичками до формування й розвитку здатності практично діяти, застосовувати досвід успішної діяльності в певній сфері.

У роботах Ю. Бєлова [34], Т. Борової [41], О. Дерев'янка [70], А. Нізовцева [154] та ін. розглянуто загальні питання формування компетентних фахівців та формування методики навчання професійно спрямованої фізики.

Т. Борова професійну компетентність розглядає через призму глибоких знань та широкої ерудиції, нестандартне мислення, креативність, володіння інноваційною тактикою і стратегією, методами вирішення творчих завдань [41].

Формування конкурентного освітнього середовища коледжів вивчали М. Братко, Т. Стойчик [42; 254].

Питаннями професійно спрямованого навчання фізики займалися А. Барканов, М. Братко, О. Григорчук, С. Єфименко, С. Килимник, Л. Малик, Є. Руденко та ін. [10; 32; 57; 86; 110; 207]. Проте акцент вони більше робили на компетентності педагогічного спрямування.

Поняття «компетентність» охоплює знання, уміння, навички, а також способи і прийоми їхньої реалізації в діяльності, спілкуванні, розвитку (саморозвитку) особистості [48, с. 240].

На основі проведеного аналізу робіт науковців виокремлено перелік найбільш важливих загальних компетентностей для студентів інженерних коледжів. До них ми віднесли:

- здатність до використання теоретичних методів аналізу та синтезу, абстрактного мислення; визначати критерії цінностей знань та їх практичного використання; виконувати планування діяльності та управляти нею у часі; спілкуватися мовами – рідною та іноземною, розробляти проекти та управляти ними, діяти з етичних міркувань, оцінювати якість виконуваних робіт;

- оволодіння навичками використання інформаційних і комунікаційних технологій, організовувати дослідну діяльність, бути сучасним у навчанні, здійснювати пошук, обробку та аналіз джерельної бази, бути критичним і самокритичним, адаптуватися до нових ситуацій, генерувати новітні ідеї, міжособистісної взаємодії;

- уміння ставити проблеми, приймати ефективно спрямовані рішення, працювати в команді, мотивувати студентів на виконання спільних завдань, спілкуватися з нефахівцями своєї галузі, працювати в міжнародному контексті та автономно.

У п. 2.1.1 ми зазначали, що основою для вивчення загальнотехнічних та спеціальних дисциплін у коледжах є інтегративний курс фізики. Також у п. 2.1.1 було описано, що студентоцентризований підхід у навчанні фізики є центральним у формуванні ключових компетентностей.

Проектом Тьюнінг Європейської Комісії передбачено наступні компетентності з фізики (таблиця 2.2.1) [325]. Проаналізувавши дані компетентності з фізики, можна стверджувати, що кожна з них може бути взята за основу формування фахових компетентностей студентів коледжів в ході навчання якраз інтегративного курсу фізики.

Таблиця 2.2.1

Компетентності з фізики згідно Проекту Тьюнінг ЄК

Компетентність	Результат
Здатність до навчання	Прагнення до саморозвитку, навчаючись в колективі або самостійно;
Усвідомлення абсолютних стандартів	ознайомившись з різноманітними, важливими, «геніальними» відкриттями у фізиці і астрономії прагнути до вищих результатів у навчанні;
Практичний досвід	здатність використовувати набуті знання у професійній діяльності пов'язаній з фізикою і астрономією (інженерія, технології, дослідницька діяльність, моделювання і т.і.);
Глибокі знання та розуміння	розуміння найважливіших фізичних теорій включаючи глибокі пізнання основ сучасної фізики;
Етична складова, що стосується фізики	професійна доброчесність, відповідальність за захист навколишнього середовища;
Навички оцінювання	вміння порівнювати та оцінювати результати фізичних досліджень та експериментів;
Експериментальні навички	вміння самостійно виконувати експерименти, а також описувати, аналізувати та критично оцінювати експериментальні дані;
Знайомство з фундаментальними, прикладними та передовими дослідженнями	знайомство з усіма розділами фізики; обізнаність у сучасних дослідженнях та досягненнях з фізики і астрономії у конкретних спеціальностях, що обрані для професійної діяльності; розуміння того, як фізичні досліди та експерименти застосовуються у різних галузях народного господарства; вміння застосовувати результати фізичних експериментів та досліджень для покращення результатів промислової діяльності;
Знання іноземних мов	Покращення знань іноземних мов завдяки білінгвальному підходу при розв'язуванні задач з фізики і астрономії, участі у конкурсах та програмах за кордоном;

Компетентність	Результат
Економічні, професійні та лідерські навички	розвиток особистого почуття відповідальності; можливість отримати широкий спектр професійних навичок запропонованих у освітній програмі з фізики; вміння управляти технологіями, що пов'язані з фізикою (промисловість, сільське господарство, тощо); вміння брати на себе організацію дослідження, проєкту; розуміння відповідальності за організацію діяльності та колектив;
Навички пошуку інформації	вміння шукати та використовувати: фізичну, астрономічну та іншу технічну літературу; будь-які інші джерела інформації, що стосуються науково-дослідницької роботи та розробки технічного проєкту
Математичні навички	вміння використовувати математичний апарат при розв'язуванні фізичних та астрономічних задач;
Спеціальні комунікативні навички	вміння працювати в колективі та представляти результати власного або командного дослідження.

Служба Управління зайнятості та навчання Міністерства праці США створила модель професійної компетентності інженера [311]. До діяльнісної складової професійної компетентності вони віднесли професіоналізм, ініціативність та підприємливість, здатність вчитись впродовж життя; високі знання з фізики, математики, техніки; навички роботи з комп'ютерними програмами у відповідній галузі [311]. До комунікативної – комунікабельність, здатність критично, аналітично і творчо мислити; вміти працювати у команді; ефективно планувати робочий час та ін. [311].

Таким чином, на нашу думку, сформована здатність критично, аналітично і творчо мислити створює підґрунтя для розвитку ініціативності і підприємливості майбутніх випускників фахових інженерних коледжів [14]. Звідси впливає методичне завдання, яке полягає в залученні студентів до індивідуальної і групової проєктної діяльності, до гурткової роботи, до STEM-моделювання, проходження практики на підприємствах, зокрема машинобудівного комплексу.

Важливими елементами прикладного характеру, що сприяють розвитку фахової компетентності на заняттях ІКФ у ЗФПО інженерного профілю, є:

- здатність до розв'язування задач прикладного характеру, навички читання електричних схем; розуміння принципів роботи резисторів,

конденсаторів, транзисторів, діодів тощо; оволодіння навичками роботи з мультиметром, осцилографом, генератором сигналів та іншими лабораторними приладами для вимірювання електричних величин; розуміння принципів роботи трансформаторів; знання правил безпечної роботи з електричними та електронними пристроями; уміння працювати із заземленням, вимиканням електроживлення, захисними пристроями; уміння розробляти нові електронні пристрої чи вдосконалювати існуючі; здатність діагностувати несправності в електричних та електронних системах, застосовуючи методи тестування, аналізу та налагодження.

- навички застосування комп'ютерних програм у відповідній фізико-інженерній галузі, які потрібні для роботи з комп'ютерними графічними системами для моделювання електричних схем; для вивчення сучасних методів проєктування технологічних процесів машинобудівного виробництва (Autodesk AutoCAD, SolidWorks); для роботи з програмним забезпеченням для верстатів з цифровим керуванням (LinuxCNC, Easel, GRBL); програмне забезпечення для керування роботами.

- формування навичок комунікабельності майбутнього фахівця як риси особистості, її здатності ефективно працювати в команді у процесі розробки проєктів, обміні ідеями та вирішенні технічних проблем; уміння презентувати та пояснювати командні або власні технічні рішення.

Професійна комунікабельність здебільшого залежить від вроджених задатків, але й формується в процесі життя й діяльності людини в соціальних групах. С. Гончаренко вважав, що комунікабельність – це універсальна компетентність для усіх видів діяльності [61]. Майбутній фахівець інженерної галузі має бути знаннєво комунікабельним, оскільки у професійній діяльності він постійно знаходиться у колективі, у зв'язках з новітніми досягненнями фізики та цифровими технологіями. Це є однією з особливостей розвитку комунікативних навичок під час навчання фахових молодших бакалаврів з використанням усієї гами методів навчання. Також важливо пояснювати студентам, що вміння

комунікувати лежить в основі роботи в команді. А вміння працювати в команді дає можливість створювати якісний продукт виробництва [14].

Не менш важливо мати етичні стандарти та відповідальність у виконанні своїх обов'язків. Професійна компетентність інженера допомагає забезпечити високу якість роботи, ефективність процесів та підтримує добрі стосунки з клієнтами, колегами та іншими зацікавленими сторонами.

Особливістю формування професійної компетентності фахових молодших бакалаврів на заняттях з інтегративного курсу фізики є методика формування здатності вчитись впродовж усього життя – це одна з важливих і необхідних ключових компетентностей [190].

Не менш важливою, на нашу думку, складовою професійної компетентності фахових молодших бакалаврів інженерних спеціальностей є поняття робочого місця фахівця та компетентностей, які формуються безпосередньо на робочому місці, тобто специфічні компетентності окремої галузі. Такі компетентності формуються саме завдяки професіоналізму, здатності майбутнього спеціаліста вчитись впродовж життя та комунікативним якостям [14].

Ми поділяємо висновок науковців М. Садового та О. Трифонові, які розглядають компетентність як цілісне, узагальнююче уявлення про фізичне явище, процес чи поняття, що виражає будь яку здатність здобувача освіти до діяльності із використання набутого уявлення [215].

Загалом, проаналізувавши дослідження науковців, ми прийшли до висновку про необхідність розглядати професійну компетентність майбутніх фахових молодших бакалаврів як комплекс набутих здібностей особистості, які допомагають реалізуватися у майбутній діяльності [14].

Отже, компетентність майбутнього фахівця передбачає: сформованість умінь продумувати й оцінювати професійні ситуації і проблеми; творчий характер мислення; прояв ініціативи у ході виконання поставлених виробничих завдань; усвідомлену оцінку особистої відповідальності за результати роботи;

здатність до керування виробничим колективом, прийняття раціональних рішень у вирішенні конкретних завдань і проблем [134].

У п. 2.1.1, п. 2.1.2 розглянуто важливі аспекти формування фахівця інженерної галузі. Проте доцільно акцентувати увагу на формуванні особливостей професійної компетентності, які включають ґрунтовні знання предметної області, окресленої в ОПП кожної спеціальності, навички роботи з сучасними технологіями, обладнанням, готовність працювати в колективі (команді) та ін.

Поточному століттю властиве прискорене накопичення наукових здобутків, коли кожні 5-10 років оновлюються технології. Такий плин часу зумовлює необхідність постійного оновлення змісту ОПП спеціальностей ЗФПО інженерної галузі, робочих навчальних програм, максимального наближення освітнього процесу до сучасних технологічних тенденцій і досягнень у відповідній галузі. Успішний фахівець має бути своєчасно обізнаним з усіма новітніми дослідженнями, технологічними змінами, що впливають на його предметну область.

Поняття фахової компетентності передбачає вміння ефективно формувати у студентів знання, уміння й навички, створюючи при цьому стимулююче освітнє середовище, що включає мотиваційне заохочення за активну участь в освітньому процесі. Важливим аспектом є також розвиток навичок умілого впровадження інноваційних інженерних технологій у виробництво (рис. 2.2.1).

Конкурентоспроможний фахівець має не просто знати, а глибоко розуміти сучасні інженерні технології галузі (програмного забезпечення, обладнання, матеріалів та ін.).

До ґрунтовних навичок інженера відносяться знання мов програмування, навички програмування та моделювання автоматизації процесів, навички роботи з великими обсягами даних, які генеруються інноваційними технологіями, навички проєктування, технічного креслення, роботи з інженерним обладнанням та інструментами, чітке комунікування (м'які навички) і співпраця з членами команди, клієнтами.

Фахівець має володіти навичками ефективного керування технічними проєктами (планування, прийняття рішень, виконавська дисципліна, оцінка результатів та ін.).

Ефективне успішне виробництво немислиме без інноваційності та креативної творчості, здатності творчо мислити, приймати оптимальні рішення та допомагати фахівцю вирішувати складні інженерні завдання та вдосконалювати існуючі технології.

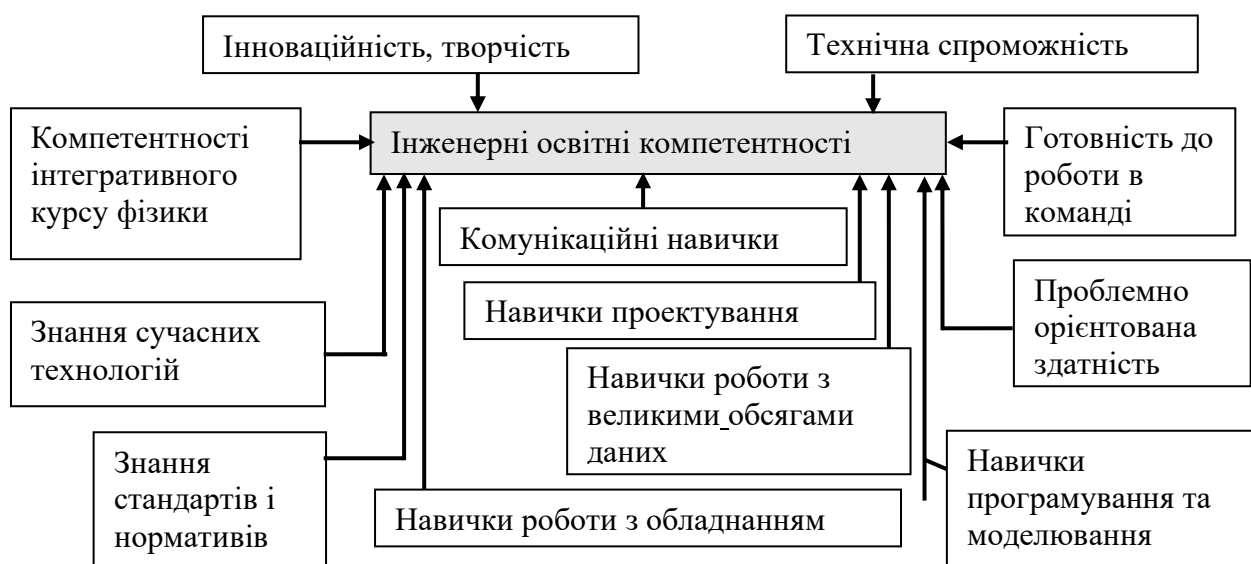


Рис. 2.2.1. Складові інженерної освітньої компетентності

В епоху інтеграції робота з інженерними технологіями вимагає співпраці великих команд. Освітньо-професійні програми інженерних галузей передбачають формування здатності ефективно працювати в групі та комунікувати з іншими фахівцями.

Формування професійної компетентності за студентоцентрованого навчання слід розглядати з позиції формування компетентності конкурентоспроможної особистості. Оскільки професійна компетентність сучасного фахівця – це, перш за все, його конкурентоспроможність на ринку праці. Студентоцентроване навчання ставить перед викладачами завдання – навчити студентів вчитися, щоб у майбутньому вміти опановувати нові технології, здійснювати самостійний пошук інформації, ефективно планувати робочий час, відповідально ставитися до поставлених завдань та ін. [14].

У п. 2.1.1 нами зазначено, що студентоцентроване навчання дозволяє формувати компетентності не лише ефективно, а й із урахуванням індивідуальних особливостей студентів, їхньої мотивації та професійних потреб. Воно спрямоване на гармонізацію, розвиток та поєднання компетентностей, знань і навичок з кінцевими результатами навчання.

Відповідно до статті 8 Закону України «Про фахову передвищу освіту» [96] для кожної спеціальності розробляються освітні стандарти. Стандарт ФПО окреслює вимоги до відповідної освітньо-професійної програми, визначає перелік інтегрованих, загальних та спеціальних компетентностей здобувачів ФПО [245–250].

Проаналізувавши стандарти ФПО для ОПП інженерних спеціальностей, ми прийшли до висновку, що з урахуванням принципу студентоцентризму засобами інтегративного курсу фізики мають забезпечуватись знання, процесуально-діяльнісна, мотиваційна, цільова та діагностична компоненти професійної компетентності майбутніх фахівців інженерної галузі (рис. 2.2.2) [37; 153; 226; 291].

Визначені компоненти професійної компетентності інженерного фахівця є похідними компонентами Концепції розвитку методичної системи навчання у ЗФПО (рис. 2.1.2).

У ВСП «КІФК ЦНТУ» здійснюється підготовка фахівців за ОПП «Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем», «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів», «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях», «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж», «Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів». Значна частина навчальних дисциплін відповідних спеціальностей потребує ґрунтовних знань з фізики прикладного характеру [30].



Рис. 2.2.2. Компоненти професійної компетентності

Для кожної з перерахованих ОПП мають формуватися конкретні професійні компетентності на заняттях з інтегративного курсу фізики. Нижче наведено приклад компонент професійних компетентностей (рис. 2.2.2) для ОПП «Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем», «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж», «Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів», які формуються на заняттях із ІКФ. Їх ми сформуvalи на рис. 2.2.3 – 2.2.5 [162; 164].

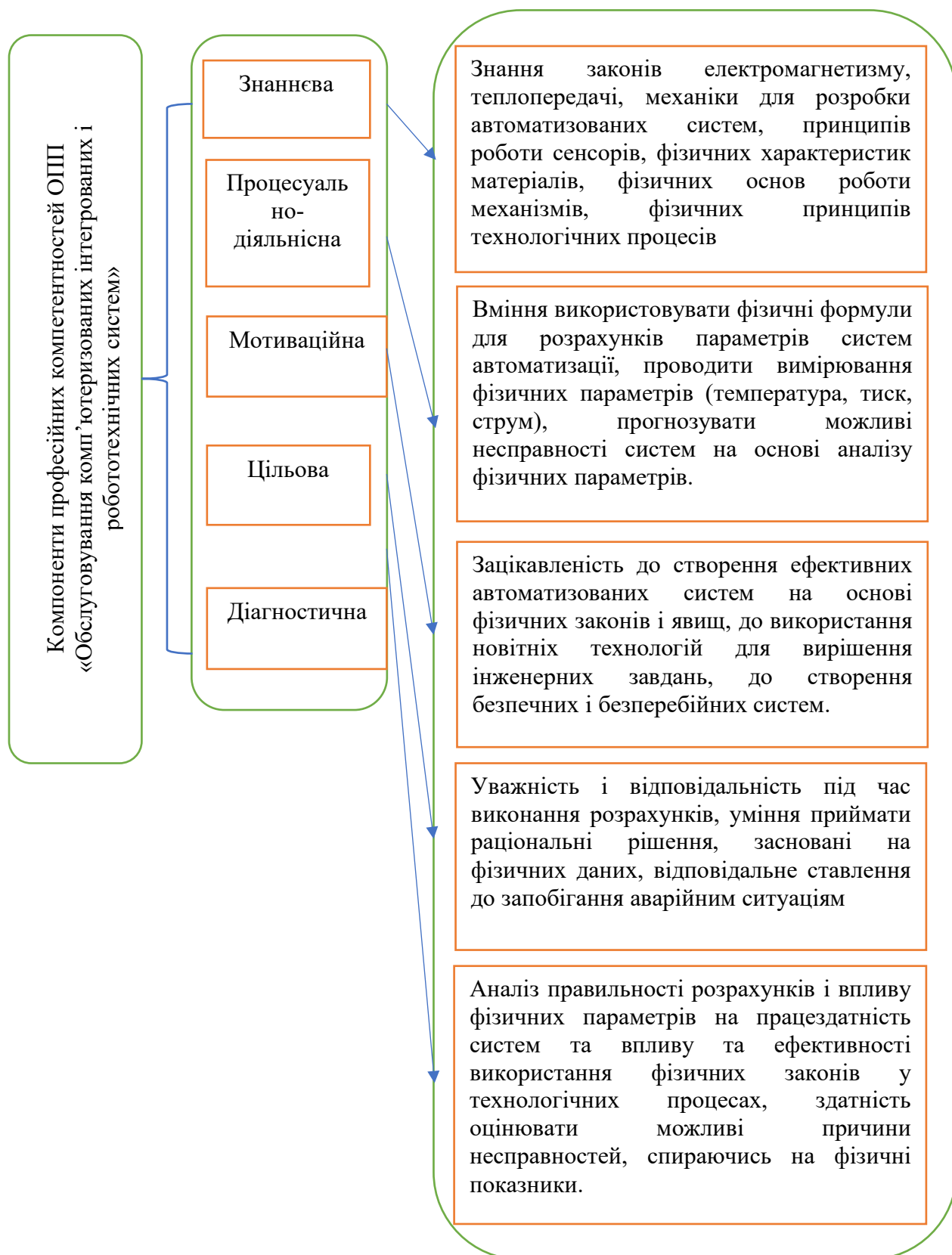


Рис. 2.2.3. Компоненти і показники професійних компетентностей ОПП «Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем», які формуються на заняттях з ІКФ



Рис. 2.2.4. Компоненти і показники професійних компетентностей ОПП «Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів», які формуються на заняттях з ІКФ

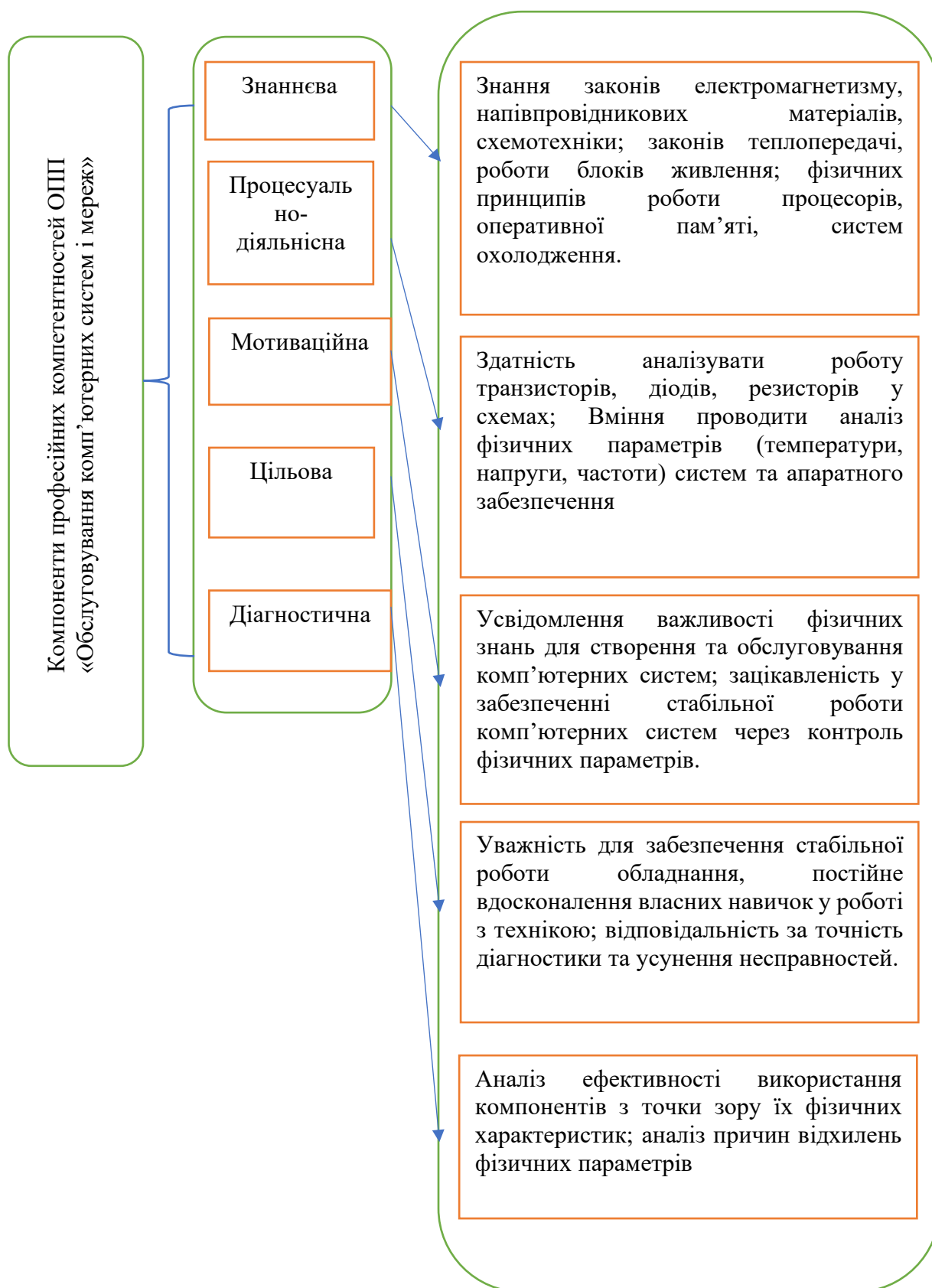


Рис. 2.2.5. Компоненти і показники професійних компетентностей ОПП «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж», які формуються на заняттях з ІКФ

Формування професійних компетентностей на заняттях з інтегративного курсу фізики має досягатись через студентоцентрованість, інтеграцію з практикою, проєктну діяльність та практичні завдання. Залучення студентів до активного навчання через розв'язання реальних технічних задач, інтеграцію з різними галузями знань і надання можливості працювати в командах допомагає готувати їх до реальних викликів у професійній діяльності. Реалізація студентоцентризму має бути гнучкою і практичною на засадах партнерства з постійним зворотним зв'язком. За таких умов формування професійних компетентностей майбутніх інженерних фахівців досягається через використання реальних виробничих завдань для закріплення фізичних знань (проєктна діяльність). Інтеграція з практикою забезпечується проведенням професійно спрямованих лабораторних робіт по вимірюванню фізичних параметрів обладнання в автоматизації, комп'ютерній інженерії, автомобільному транспорті тощо. А практичні завдання (розв'язання професійно орієнтованих фізичних задач) мають моделювати реальні виробничі ситуації.

Освітній процес підготовки спеціалістів інженерної галузі з використанням інтегративного курсу фізики характеризується розвитком професійних та фахових компетентностей.

Для оцінки рівнів сформованості професійних компетентностей майбутніх випускників інженерних коледжів засобами ІКФ скористаємось чотирма критеріально-оціночними рівнями: низький, репродуктивний, продуктивний, креативний [291]. Нами розроблено таблицю (табл. 2.2.2), де на кожному рівні студенти повинні поступово розвивати здатність до самостійного вирішення задач, дедалі більше інтегруючи фізичні знання в практичну інженерну діяльність.

Таблиця 2.2.2.

Критеріально-оціночні рівні сформованості професійних компетентностей

ОПП	Рівні			
	низький	репродуктивний	продуктивний	креативний
«Обслуговування»	- розуміння основних	- застосування фізичних знань	- впевнене використання	- здатність комплексно

ОПП	Рівні			
	низький	репродуктивний	продуктивний	креативний
комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем»	фізичних законів, що стосуються автоматизації (закон Ома, закон збереження енергії); - пояснення на базовому рівні принципів роботи простих фізичних елементів (електромагнітних сенсорів, нагрівачів); - використання стандартних фізичних формул для вирішення простих типових задач.	для аналізу базових параметрів роботи автоматизованих систем (струму, напруги, тиску). - здатність виконувати розрахунки з використанням більш складних фізичних формул (рівняння теплопередачі, рівняння руху); - самостійне розв'язування завдання середньої складності, пов'язані з проектуванням або обслуговуванням систем; - застосування фізичних знань для базового налагодження автоматизованих систем; - застосовуються знання фізики для аналізу та вирішення типових технічних проблем.	фізичних знань для оптимізації роботи автоматизованих систем; - вміння обґрунтовувати вибір фізичних параметрів обладнання або матеріалів для конкретного технологічного процесу; - самостійна розробка проєктів, які передбачають використання фізичних елементів (сенсорів, механізмів тощо); - глибокий інтерес до нових фізичних підходів у сфері автоматизації; - систематичний аналіз ефективності виконаної роботи	аналізувати фізичні процеси, що відбуваються в автоматизованих системах, і знаходити нестандартні інженерні рішення. - володіння навичками розробки ефективних автоматизованих систем, спираючись на глибокі знання фізичних принципів; - використання сучасного програмного забезпечення для моделювання. - активне використання креативного та інноваційного підходу для вдосконалення існуючих технологій.
«Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів»	- знання основних фізичних принципів роботи верстатів з ПУ; - розуміння законів механіки, електричних параметрів та	- розуміння принципів роботи електронних модулів, сенсорів та приводних механізмів верстатів; - виявлення і усунення дефектів у роботі верстатів з ПУ.	- знання фізики механізмів керування (гідравлічне, пневматичне, електричне); - глибоке розуміння фізичних процесів, що відбуваються під час обробки	- знання принципів роботи робототехнічних комплексів - поглиблені знання в галузі автоматизації та механіки; - моделювання та проєктування роботизованих систем із

ОПП	Рівні			
	низький	репродуктивний	продуктивний	креативний
	характеристик верстатів; - здійснення базової діагностики механічних та електричних частин верстатів відповідно до інструкцій; - початкова оціночна здатність ефективності роботи на основі простих фізичних вимірів.	- оптимізація роботи елементів верстатів, зокрема роботи двигунів та датчиків використовуючи знання фізичних - законів; - розуміння важливості фізичних знань для підвищення якості обслуговування верстатів.	матеріалів (деформації, теплопередача, корозійна стійкість, міцність, вплив тертя, акустична обробка); - розрахунок фізичних параметрів (потужність, температура, напруга) для забезпечення належної роботи верстатів; - стійка мотивація до вдосконалення технічних навичок; - аналіз фізичних параметрів у роботі технічних систем	застосуванням фізичних принципів, законів та явищ для підвищення точності та продуктивності; - пошук нових фізичних рішень для підвищення ефективності обслуговування верстатів з ПУ та РТК; - висока відповідальність за досягнення високої продуктивності; - можливість коригувати технічні процеси для покращення результатів.
«Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»	- розуміння базових фізичних понять: електричний струм, напруга, опір, магнітне поле; - ознайомлення з основними законами Ома, Кірхгофа та принципами електромагнітної індукції; - виконання простих вимірювань напруги, струму та опору мультиметром;	- знання фізичних принципів роботи напівпровідників, транзисторів, конденсаторів; - розуміння фізичних основ передачі сигналів у кабелях та бездротових середовищах; - уміння локалізувати несправності в електронних схемах; - застосування фізичних знань для налаштування мережевого обладнання; - застосовуються знання фізики для аналізу та	- глибокі знання фізичних процесів в електронних схемах (тепловиділення, робота діодів та транзисторів, процеси зарядки та розрядки конденсаторів і їх вплив на змінні сигнали та ін.); - розрахунки параметрів охолодження; - оптимізація передачі сигналів; - інтерес до нових фізичних підходів у сфері	- розуміння складних фізичних моделей роботи мережевих пристроїв (фізика розповсюдження радіохвиль, відбиття, дифракції та заломлення в різних середовищах; фізичні принципи модуляції та демодуляції сигналів; врахування правильного імпедансу у оптичних кабелях, щоб уникнути втрат у передачі і т.і.).

ОПП	Рівні			
	низький	репродуктивний	продуктивний	креативний
	- усвідомлен-ня важливості фізики для успішного обслуговуванн я обладнання; - аналіз простих задач, пов'язаних із електронікою, та спроби виправлення недоліків у роботі.	вирішення типових технічних проблем.	- обслуговування мереж; - систематич-ний аналіз ефективності виконаної роботи	- моделювання фізичних процесів у мережах для прогнозування їхньої ефективності; - активна участь у пошуку нових рішень із використанням фізичних явищ і законів; - прояв лідерських якостей під час вирішення складних завдань; - здатність до глибокого комплексному аналізу роботи систем.

Фахова (спеціальна) компетентність інженера – це здатність та знання, необхідні для виконання завдань у своєму фаховому напрямку. Це включає в себе розуміння теорії, практичні навички, а також здатність вирішувати завдання та проблеми, з якими може зіткнутися інженер у своїй роботі. Фахова компетентність також передбачає здатність застосовувати отримані знання у практиці та пристосовуватися до змін у технологіях та вимогах галузі.

Освіта, яку отримують майбутні фахові молодші бакалаври, набувається, перш за все, через процес і результат оволодіння знаннями загальних основ сучасного виробництва, формування необхідних практичних умінь та навичок, які забезпечуються інтегративними навчальними предметами. Майбутній випускник інженерного фахового коледжу повинен володіти не лише конкретними знаннями фізичних основ сучасного виробництва, а й спеціальними компетентностями [15].

На нашу думку, навчання інтегративного курсу фізики сприяє підготовці студентів до свідомого вивчення технічних і спеціальних дисциплін, ефективно вирішуючи проблему інтеграції інтегративного курсу фізики зі спеціальними

дисциплінами, тим самим роблячи курс фізики в інженерних фахових коледжах професійно спрямованим. У такий спосіб забезпечується інноваційна діяльність студентів у сфері фахової передвищої освіти, а також спрямування освітнього процесу ЗФПО на створення новітніх конкурентоспроможних технологій. До них мають відноситися інформаційні, науково-дослідні розробки технологічного парку практичної діяльності на базі природничих наук, де домінуючою є фізика [15].

Проаналізувавши стандарти ФПО для інженерних спеціальностей [234-239], ми виокремили ряд фахових (спеціальних) компетентностей (СК), що мають зв'язок з інтегративним курсом фізики. Зазначені СК представлені у таблиці 2.2.3.

Таблиця 2.2.3.

Перелік фахових (спеціальних) компетентностей

Спеціальність		Формування спеціальних компетентностей
код	назва	
131	Прикладна механіка	СК1. Здатність до аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки. СК6. Здатність описувати та класифікувати технічні об'єкти та процеси, що ґрунтується на знаннях та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук. СК7. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових професійних завдань прикладної механіки. СК9. Здатність використовувати базові знання необхідні для освоєння загально професійних дисциплін. СК10 Здатність використовувати математичний апарат для освоєння професійних теоретичних основ прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність і жорсткість. СК12. Здатність використовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для складання технологічних процесів виготовлення, монтажу та ремонту устаткування та інструментів в галузі прикладної механіки
133	Галузеве машинобудування	СК1. Здатність застосовувати типові методи для розв'язування професійних, технічних та практичних завдань галузевого машинобудування, ефективні методи математики, фізики, технічних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення. СК2. Здатність оцінювати параметри працездатності матеріалів, конструкцій та машин в процесі експлуатації та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності

Спеціальність		Формування спеціальних компетентностей
код	назва	
		конструкцій, машин і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності. СК5. Здатність використовувати математичні методи для вирішення задач в галузі машинобудування, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, жорсткість, стійкість, витривалість, довговічність в процесі життєвого циклу технічних об'єктів галузевого машинобудування. СК9. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на базових знаннях та розумінні основних механічних теорій та практик, а також суміжних наук.
174	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	СК2. Здатність застосовувати знання загальної фізики, електротехніки та електромеханіки, електроніки і мікропроцесорної техніки в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації. СК3. Здатність застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання основних технологічних параметрів, необхідних для обслуговування систем автоматизації. СК4. Здатність аргументувати вибір технічних засобів автоматизації на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; мати навички налагодження та обслуговування технічних засобів автоматизації і систем керування.

Нами сформовано перелік фахових компетентностей, що мають оціночний характер [15]:

– здатність застосовувати знання з предметної галузі, володіти основами проєктування, обслуговування систем та об'єктів, забезпечувати дотримання принципів енергозбереження в професійній роботі, організувати роботу з дотримання вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці, оволодіти знаннями та вміннями в галузі теорії й практики управління, автоматизації технологічними процесами галузі, оволодіти функціональними системами галузевого менеджменту, проєктувати сучасні виробничі процеси, побудовані на ІТ-технологіях;

– володіти системою навичок роботи з персональним комп'ютером, використовувати сучасні інформаційні технології, розв'язувати експериментальні і практичні завдання;

- володіти основами знань із законодавства та державних стандартів, а також освітніх професійних програм фахової передвищої освіти, методами класифікації, опису, ідентифікації об'єктів майбутньої діяльності;

- уміти застосовувати математичні та природничі знання з практичного застосування методів аналізу, використовувати технологічні параметри і властивості наноматеріалів, застосовувати новітні експериментально-дослідні методи оцінки якості [15].

Аналізуючи дані таблиці 2.2.3, стає очевидно, що випускник інженерного фахового коледжу повинен володіти компетентностями, що в значній мірі забезпечуються інтегративним курсом фізики. Тому ми також сформували перелік оціночних фахових компетентностей, які досягаються засобами інтегративного курсу фізики для конкретних дисциплін інженерних фахових коледжів [149; 202]:

- Основи електротехніки та електроніки: перевірка номінальних значень опору, індуктивності, ємності тощо; визначення ефективності елементів у реальних умовах експлуатації; оцінка працездатності схем у різних режимах роботи.

- Автоматизація технологічних процесів: оцінка роботи двигунів, датчиків і виконавчих механізмів; розрахунок споживання енергії; визначення похибок та їхнього впливу на функціональність.

- Технічна механіка: визначення найкращих траєкторій руху механізмів; оцінка динамічних характеристик механічних систем; аналіз умов рівноваги в механізмах; визначення впливу зовнішніх сил на стійкість систем.

- Системи з числовим програмним управлінням у механообробці: перевірка впливу фізичних факторів (температури, вібрацій, тертя) на якість обробки; перевірка стабільності роботи верстата у різних режимах; аналіз результатів.

Аналіз ОПП «Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем», «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів», «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях»,

«Обслуговування комп'ютерних систем і мереж», «Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів» показав, що на заняттях ІКФ мають формуватись важливі компетентності фахівця інженерної галузі. Показники фахових компетентностей окремих ОПП ми сформували у таблиці 2.2.4. І як видно, формування цих показників засобами інтегративного курсу фізики сприяє розвитку професійної грамотності у студентів та здатності до аналізу. Адже студенти навчаються застосовувати фізичні явища і закони для вирішення реальних технічних завдань. Виконання фізичних експериментів, моделювання фізичних процесів, а також аналіз результатів сприяють здатності самостійно проводити діагностику й налаштування обладнання.

Таблиця 2.2.4.

Показники фахових компетентностей, що формуються засобами ІКФ

ОПП	Показники
«Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем»	Визначення прискорення і швидкості рухомих елементів; прогнозування можливих динамічних збоїв; вимірювання напруги, струму та споживаної потужності; визначення енергетичних втрат у системах передачі енергії; оцінка ефективності використання енергії в різних режимах; вимірювання точності датчиків температури, тиску, прискорення; оцінка стабільності показів сенсорів; аналіз нагрівання електродвигунів у режимах навантаження; перевірка ефективності охолоджувальних систем.
«Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»	Вимірювання температури процесора, відеокарти, блоку живлення; перевірка ефективності охолодження; вимірювання амплітуди, частоти, форми сигналу; оцінка затримок, спотворень і втрат у каналах зв'язку; вимірювання споживаної потужності і струму; аналіз ефективності роботи в енергозберігаючих режимах; виявлення причин короткого замикання, перегріву; оцінка стану конденсаторів, резисторів і інших елементів плат.
«Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів»	Вимірювання розмірів заготовок до та після обробки, аналіз точності обробки; оцінка впливу вібрацій і температурних деформацій на якість деталей; визначення оптимальної швидкості обертання шпинделя; розрахунок параметрів сил обробки; вимірювання частоти коливань під час роботи; виявлення нерівномірності обертання, вібрацій або перегріву елементів; аналіз стану електричних і механічних вузлів.

Невід'ємними від компетентностей є ґрунтовне знання й розуміння не лише основ технічних наук, математики, фізики, хімії, біології, а й здатність застосовувати ці знання для вирішення конкретних інженерних завдань. Причому визначені знання (як сукупність накопичених і узагальнених фактів)

мають забезпечити свідоме розуміння інноваційних технологій в інженерній галузі, робототехніці, штучному інтелекті, інтернеті речей та ін. Ґрунтовні знання в частині розуміння і використання стандартів та нормативів забезпечують вимоги технічної безпеки, а відповідно і якості.

Сучасному виробництву потрібен проблемно-орієнтований фахівець, який володіє уміннями ефективно вирішувати технічні проблеми та шукати нові підходи до вирішення завдань.

Таким чином, визначені в структурно-логічній схемі інженерні освітні компетентності (рис. 2.2.1), слугують фахівцю для успішного вирішення назрілих завдань у технологічному середовищі підприємства, установи, та бути конкурентоспроможним у своїй галузі. Оволодіння фахівцем вказаними компетентностями (рис. 2.2.3 – 2.2.5, табл. 2.2.4) формує повноцінного інженера, спроможного ефективно працювати у технічній галузі та вносити важливий вклад у розвиток і вдосконалення технічних рішень.

2.3. Структура і зміст методики навчання інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти

Нормативно-правовою основою забезпечення діяльності закладів фахової передвищої освіти є Конституція України, Закони України «Про освіту», «Про фахову передвищу освіту», «Про професійну (професійно-технічну) освіту», «Про вищу освіту», Положення про практичну підготовку здобувачів фахової передвищої освіти, затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від 02 травня 2023 року № 510 (Положення про практичну підготовку), Типового положення про організацію освітнього процесу в закладах фахової передвищої освіти, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки від 02 травня 2023 року № 510 (Типове положення).

Вказаними документами система підготовки фахівців повинна відповідати сучасному рівню науково-технічного прогресу. Головною вимогою до компетентності кваліфікованого спеціаліста має бути вміння вчасно і якісно виконувати визначені задачі. Володіючи такою якістю, майбутній випускник

закладу фахової передвищої освіти інженерного профілю стає конкурентоспроможним на вітчизняному та міжнародному ринках праці.

У системі закладів ФПО інженерного профілю на рівні ЗЗСО вивчається загальноосвітній курс фізики та фундаментальний інтегративний курс фізики, що забезпечує основу для формування у студентів знань, умінь та навичок загальнотехнічних та спеціальних дисциплін. Особливістю інтегративного курсу фізики є те, що його зміст має базуватися на конкретних процесах і явищах, що лежать в основі професійної діяльності майбутнього фахового молодшого бакалавра, а отже, має бути спрямованим на формування професійної компетентності. Визначена проблема постійно досліджується вченими [16].

Формування предметної компетентності студентів коледжів на основі компетентнісного підходу розглядалося у працях В. Білецького, С. Єфименко, С. Килимника, А. Юрченка [36; 86; 110; 298] та ін.

В працях С. Гончаренка, А. Дробіна, В. Заболотного, А. Куха, О. Мартинюка, Н. Мисліцької, М. Садового, І. Сальник, Е. Сірика, В. Слюсаренка, А. Ткаченко, О. Трифонової, [61; 74; 91; 125; 137; 144; 211; 218; 230; 235; 267] та ін. розглядалися питання конкретної методики навчання фізичних понять, явищ та процесів природи, частину з яких можна використати у ЗФПО.

Зокрема, О. Трифонова дослідила теоретичні основи формування цифрової компетентності студентів ЗВО у навчанні фізики [270].

І. Сальник розглянула проблему реального та віртуального експерименту у навчанні фізики [218].

О. Мартинюк розглядав організаційно-методичні умови використання цифрових лабораторій у системі впровадження освітнього напрямку STEM [137].

Є. Руденко досліджував методику викладання фізики в педагогічних коледжах і дійшов висновку щодо необхідності розроблення навчальних програм професійно орієнтованого навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти [207].

А. Дробін вивчав та аналізував методику формування наскрізних фізичних понять, а також оновлення змісту курсу фізики шляхом запровадження ймовірно-статистичного підходу до його аналізу [74].

В. Слюсаренко у своїх дослідженнях зосередився на створенні експериментально-орієнтованого навчального середовища та розвитку експериментальної компетентності у процесі навчання фізики [234].

О. Кузьменко присвятила свої наукові роботи формуванню теоретичних і методичних основ навчання фізики у технічних закладах вищої освіти з використанням технологій STEM-освіти [121].

С. Єфименко досліджувала методику розвитку предметної компетентності з фізики у студентів коледжів техніко-технологічного напрямку засобами комп'ютерної графіки [86].

Таким чином, на відміну від загальноосвітнього курсу фізики (викладається на рівні ЗЗСО), інтегративний курс фізичні знання формує через призму змісту спецдисциплін, таких як інженерія, електроніка, біологія, мехатроніка, технічна механіка, робототехніка та ін. Такий підхід до навчання є більш прикладним і відповідає сучасним потребам суспільства та ринку праці, що визначено і методичною системою навчання інтегративного курсу фізики (див. п. 2.1.1), де означено дидактичне забезпечення, методи, які використовуються у навчанні, їх актуальність і спрямованість на формування майбутньої професійної діяльності студентів.

Крім цього, враховуючи специфіку ЗФПО, **методику навчання інтегративного курсу фізики** ми визначаємо як систему підходів і методів, спрямованих на комплексне та практично орієнтоване засвоєння фізичних знань студентами з урахуванням їхньої майбутньої професійної діяльності. Тут враховується принцип студентоцентрованого навчання, який також має свою специфіку в порівнянні з іншими закладами освіти (ЗП(ПТ)О, ЗВО). Особливістю цього принципу є те, що він враховує психолого-педагогічні аспекти організації освітнього процесу, в центрі якого знаходиться активний учасник процесу – студент, а знаннява парадигма доповнюється запровадженням

інтерактивних методів, спрямованих на стимулювання активної самостійності студента та розвитку його критичного мислення, що в цілому дає високий практичний результат.

Важливу роль у створенні сприятливих умов для реалізації студентоцентрованого навчання у ЗФПО відіграє освітнє середовище. Науково-обґрунтоване освітнє середовище повинно мати структуру, що забезпечує не лише підтримку освітнього процесу, а і органічно поєднує сучасну матеріально-технічну базу ЗО, психологічний комфорт, соціальну взаємодію суб'єктів навчання, методичне забезпечення, цифровізацію тощо. На наше переконання, саме таке середовище спрямоване на максимальну реалізацію потенціалу кожного студента, на формування ключових компетентностей, розвиток критичного мислення, стимулювання активної участі у освітньому процесі.

Науковці М. Варій, В. Ортинський розглядають поняття «середовище» як сукупність усіх умов, що оточують предмет (річ, рослину, тварину, людину) і безпосередньо чи опосередковано впливають на нього [48].

Видатний український і світовий педагог В. Сухомлинський під «середовищем» розумів «і світ речей, що оточують учня, і вчинки старших, і особистий приклад вчителя, і загальний моральний тонус життя шкільного колективу (як матеріалізується ідея піклування про людину), чуйність, сердечність» [256].

Науковці В. Кремінь, В. Биков розглядають освітнє середовище, як «штучно і цілеспрямовано побудований в закладі освіти простір, що оточує учня». Цей простір створює необхідні і достатні умови «щодо ефективного і безпечного досягнення цілей навчання і виховання» [35]. Також, на думку вчених, освітнє середовище варто розглядати як структуру складників, що забезпечують ефективне і безпечне досягання цілей навчання.

М. Братко вважає, що «Освітнє середовище закладу освіти як багаторівнева система умов, чинників, ресурсів, можливостей для освіти, стає дієвим фактором впливу на професійну підготовку майбутнього фахівця» [42].

Науковець В. Слюсаренко узагальнив дослідження вчених і створив узагальнену модель навчального середовища, яке складається із конкретних моделей: психодидактичної (В. Лебедєв, В. Орлов, В. Давидов); екопсихологічна (В. Панов); еколого-особистісна (В. Ясвін); антропологічна (В. Слободчиков); комунікативно-орієнтовна (В. Рубцов) [235].

На основі приведених міркувань ми окреслили складові моделі освітнього середовища ЗФПО для навчання інтегративного курсу фізики (рис. 2.3.1), що ефективно сприяють забезпеченню якості освіти фахового коледжу, до якої входить сукупність об'єктивних зовнішніх умов, факторів, соціальних об'єктів тощо. Модель є комплексною системою, яка складає основу для створення умов підготовки студентів до професійної діяльності в інженерній галузі, враховує специфіку інженерної освіти та відповідає вимогам сучасного технологічного світу.

На основі викладеного до освітнього середовища ЗФПО ми включили множину елементів із 6 блоків, що складає стимулюючу систему не лише розширення матеріальної бази, а й специфіку взаємодії між студентами, викладачами, потенційними ресурсами, методами й прийомами навчання, де формуються та розвиваються компетентності та особистісні якості (рис. 2.3.1).

Фізичне середовище забезпечується матеріальними ресурсами внутрішніми у ЗФПО й зовнішніми поза ВСП, де відбувається освітній процес.

Блок педагогічні ресурси носить інформаційно-матеріальне забезпечення і використовується для навчання та досліджень студентів та викладачів.

Досить важливим та специфічним є блок соціального середовища, що включає елементи цілісної системи оточення, в тому числі й університет, до складу якого входить відокремлений структурний підрозділ (фаховий коледж). Тут поєднується формування як твердих, так і м'яких навичок.

У педагогічних дослідженнях [35; 42; 89; 176] освітнє середовище ЗФПО мало враховує культурний контекст атмосфери й взаємодії у закладі, чим не в повній мірі реалізуються можливості компетентнісного навчання.

Для ЗФПО інженерного спрямування важливими є поняття технологічні ресурси, які ми виокремили в окремий блок.

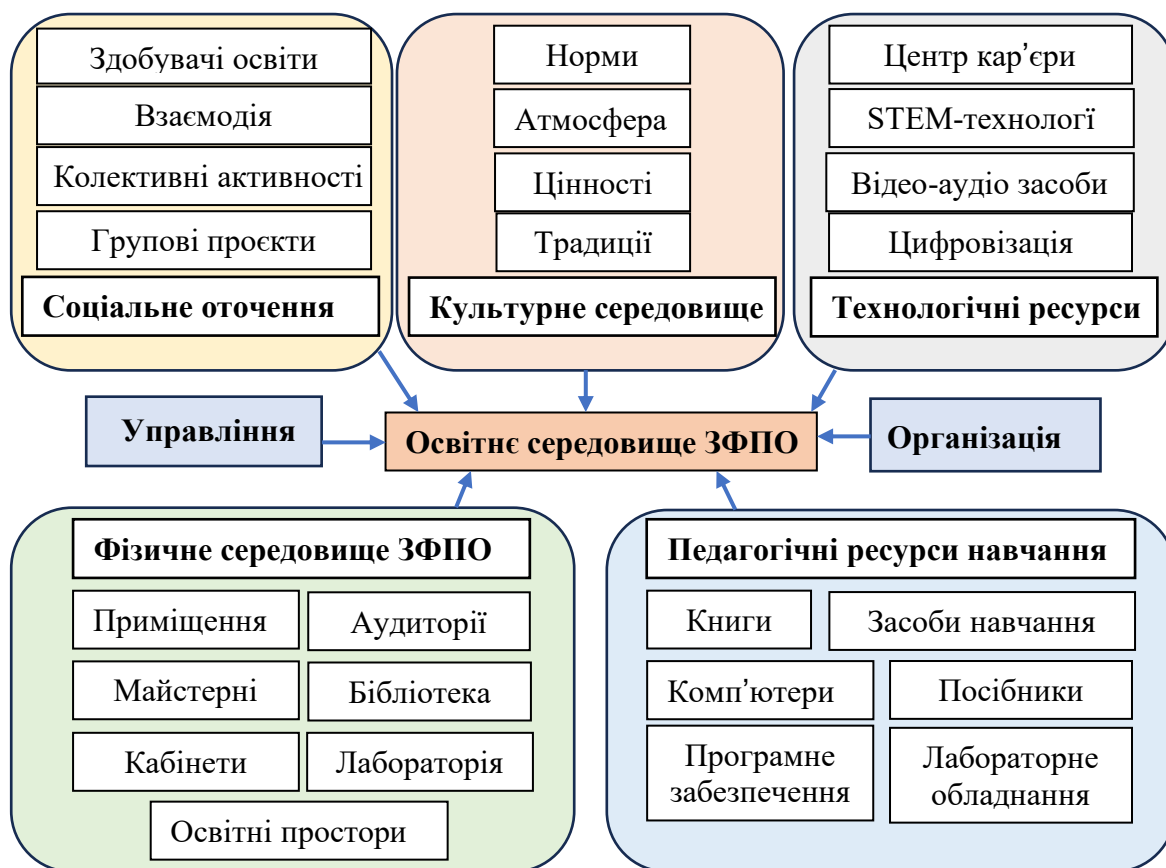


Рис. 2.3.1. Освітнє середовище ЗФПО

Блоки управління та організація освітнього процесу передбачають насамперед раціональне та обґрунтоване планування та координацію дій учасників освітнього процесу. До цих блоків відносяться офіси викладачів та адміністративні приміщення. Все це спрямоване на підтримку викладацького та адміністративного персоналу.

До блоку фізичного середовища відноситься наповнення навчальних корпусів та аудиторій, зручних і технічно оснащених приміщень, де проводяться лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, семінари, інтерактивні заняття тощо.

Спеціальні лабораторії та інженерні майстерні слугують студентам для виконання практичних проєктів, досліджень, експериментів та вивчення реальних інженерних задач.

Бібліотека призначена не лише для зібрання навчальної літератури, а й є базою з розширеним асортиментом журналів, ресурсним центром для навчальних та наукових досліджень.

Комп'ютерне забезпечення змісту інтегративного курсу фізики має передбачати вивчення інженерних програм, моделювання, інформаційних технологій. Ми вважаємо за доцільне до структури освітнього середовища включити поняття «Центр кар'єри», де студенти знайдуть підтримку і поради щодо кар'єрного розвитку, знаходження місць для стажувань та роботи.

Технологічний блок включає інфраструктуру для наукових досліджень у вигляді спеціалізованої лабораторії для проведення навчально-дослідної роботи, обладнаний конференц-зал для проведення науково-практичних конференцій та обговорення досліджень.

Елементами фізичного середовища є приміщення: спортивні майданчики, житлові гуртожитки, які сприяють фізичному розвитку й навчанню студентів.

Блок педагогічні ресурси навчання включає Стандарти ОПП спеціальностей, робочі навчальні програми, розроблені для підготовки майбутніх фахівців. Останні включають курси з основних інженерних дисциплін, практичні і лабораторні роботи та інші навчальні предмети. До цього блоку ми віднесли й професійне обладнання для виконання практичних робіт з вивчення технічного обладнання, інструментів, пристроїв та ін.

В освітньому середовищі ЗФПО доцільно розглянути специфічне поняття простір для самостійної роботи студентів (підготовка кваліфікаційних робіт, підготовки до екзаменів, проєктів, індивідуальної роботи); поняття простір для дискусій та колективної роботи над проєктами, простір (майданчик) для проведення практичних робіт з практичної інженерії, ремонту, монтажу та ін.

Не менш важливим питанням у структурі освітнього середовища (рис. 2.3.1) є елемент забезпечення дистанційного навчання, який входить до блоку

«Педагогічні ресурси навчання», стало вже звичною формою його організації та показником мобільності освітнього процесу в закладах освіти. Виходячи з цих умов, значна увага в коледжі приділяється належному інформаційно-комп'ютерному забезпеченню дисциплін, яке дозволяє оптимізувати процеси управління, розширює можливості для викладачів, здобувачів освіти та їх батьків.

Структурний елемент «Освітній простір» включає поняття освітнього ресурсного центру як прагматично-практичної та академічно-теоретичної складових. Тут розглядаються науково-методичні питання забезпечення освітньої діяльності майбутніх фахівців; фінансово-матеріальне забезпечення освітнього середовища ЗФПО; інформаційно-цифрові та інфраструктурні. Поняття ресурсів передбачає наявність зв'язку з реальним ринком праці та потенційні можливості поліфункціональних цільових задач діяльності здобувачів освіти. Основні види навчальних занять, передбачені Типовим положенням: лекція; лабораторне, практичне, семінарське, індивідуальне; консультація.

Таким чином, визначені на рис. 2.3.1 структурні елементи спільно утворюють цілісну модель навчального середовища, що сприяє гармонійному поєднанню формування компетентностей майбутнього фахівця інженерної галузі з результатами їх підготовки до професійної діяльності на основі реалізації студентоцентричного навчання.

Чинне місце в реалізації визначеної моделі належить інтегративному курсу фізики. У ході спостережень за освітнім процесом дослідники визначили закономірність, що студенти I-II курсів мають більший інтерес до теоретичних проблем інтегративного курсу фізики [41; 124] і відповідних методів наукових підходів та самостійної пошукової діяльності.

Нами виділені компоненти реалізації окресленої моделі освітнього середовища у навчанні інтегративного курсу фізики (рис. 2.3.2).

В ході педагогічного експерименту (Додаток Д) з'ясовано, що студенти старших курсів стають більш прагматичними, а мотиваційна діяльність впливає

з інтересів, що передбачають перспективність і практичну вигоду по завершенню навчання та навчання впродовж всього життя (Додаток І). Тут провідну роль відіграє мотивація до вивчення фундаментальних курсів, що забезпечують фахову підготовку. У ході спостережень за навчальною діяльністю здобувачів фахової передвищої освіти та аналізу результатів досліджень ми прийшли до висновку, що здобувачі освіти старших курсів проявляють схильність до вивчення у спецдисциплінах структури складних систем (цілісне, що складається з елементів, між якими формуються коди програмного забезпечення тощо). За такого підходу чітко окреслюються фізичні та технічні поняття та їх властивості, які складають елементи системи.



Рис. 2.3.2. Освітнє середовище фахового інженерного коледжу у навчанні інтегративного курсу фізики

Соціокультурна компонента об'єднує учасників освітнього середовища (здобувачі ФПО, викладачі, адміністрація, громадськість); передбачає показники розвитку комунікативних, лідерських навичок; показники взаємодії з технологічними структурами на виробництві (співпраця з підприємцями та

виробничниками для надання студентам можливостей проведення практик та участі у реальних проєктах); показники культурної сфери (цінності, традиції, загальноприйняті норми поведінки).

Просторово-предметна компонента характеризує організацію освітнього простору (приміщення, меблі, прилади, обладнання та ін.), спосіб їх функціонування в освітньому середовищі. Її складовими є показники: планування, дизайн, різне оснащення; показники матеріально-технічного забезпечення (обладнання навчальних кабінетів, лабораторій, виробничих майстерень, спортивних, актових та бібліотек, комп'ютерних класів та ін.).

Структурні елементи змістово-технологічної компоненти включають зміст освіти (концепції навчання, Стандарти, ОПП та робочі навчальні програми, навчальні плани, навчально-методичні матеріали та ін.); до структури компоненти відносяться форми та методи організації освітнього процесу (організація занять, студентське самоврядування тощо), ІКТ (електронні підручники, тестування, онлайн-платформи для дистанційного навчання, віртуальні лабораторії).

Основні елементи мотиваційної компоненти включають практичне застосування отриманих знань в реальному житті та в професійній діяльності; розуміння важливості обраної професії; створення сприятливої атмосфери в навчальному середовищі (сприятливі умови для розвитку навчального та пізнавального інтересу).

Оціночно-результативна компонента передбачає показники оцінки знань студентів (систематичні та об'єктивні оцінки рівня засвоєння матеріалу студентами під час навчання) та самооцінку досягнутих результатів (здатність студентів адекватно оцінювати свої власні досягнення та прогрес у навчанні). Визначена компонента включає систему впливів і умов формування особистості, а також можливостей для її розвитку, які містяться в соціальному і просторово-предметному оточенні [234; 267]. Структура освітнього середовища інженерного коледжу може включати різні компоненти, орієнтовані на підготовку студентів у галузі інженерії.

Навчання систем, а відповідно її елементів (понять, явищ, деталей устаткування та ін.) на практиці здійснюється за репродуктивним, ілюстративним, проблемним, дослідницьким, дослідно-пошуковим методами, які різняться між собою рівнем активізації розумової діяльності. Ми скористалися результатами досліджень М. Садового [213] і розглянули який вплив мають визначені методи навчання на рівень активізації розумової діяльності (рис. 2.3.3).

На вертикальній осі позначаємо усереднені рівні активізації розумової діяльності здобувачів ФПО: П – початковий, Н – низький, С – середній, Д – достатній, В – високий.

На горизонтальній осі розміщуємо методи навчання здобувачів ФПО: репродуктивний – Р, ілюстративний – І, пошуковий – П, дослідницький – Д, дослідно-пошуковий – ДП.

Нахил ламаної лінії для різних методів не однаковий. Репродуктивний має пряму залежність, ілюстративний, проблемний та дослідницький мають майже однаковий приріст активізації розумової діяльності, а дослідно-пошуковий має менший приріст за попередні. Це пояснюється психологічними закономірностями діяльності центральної нервової системи, якими ми скористалися [213].



Рис. 2.3.3. Графік залежності розумової діяльності здобувачів ФПО в залежності від використаних методів навчання

В ході педагогічного експерименту (Додаток Д) з'ясувалося, що запровадження розроблених нами робочих навчальних програм в освітній процес та організацію навчання згідно з розробленою методичною системою студентоцентрованого навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах внесло корективи у графік активізації розумової діяльності в сторону використання проблемного та дослідницького методів навчання, що володіють цілісністю мети, завдань та інтегративністю.

За такого підходу у навчанні інтегративного курсу фізики виокремлюються необхідні й достатні ознаки, що забезпечують всебічний аналіз і характеристики наскрізних теорій, понять, які допомагають окреслити сутність ймовірно-статистичного розгляду навчальних дій, узагальнювати результати і робити висновки. Важлива роль тут відводиться діяльності всіх суб'єктів навчання, де слід створювати ситуацію, коли студент робить самостійно навчальне відкриття, що спонукає розвиток позитивної мотивації в ході навчання інтегративного курсу фізики [210].

Також встановлено, що підвищення рівня активізації розумової діяльності забезпечується за умови впровадження ефективних мотиваційних навчальних дій у ході виконання навчально-дослідних проєктів, які полягають у поетапному формуванні розумових дій здобувачів. Запровадження діяльнісного підходу до поетапного навчання фізичних понять, явищ, процесів, теорій інженерної галузі [206] передбачає шість якісно відмінних основних етапів:

- формування мотиваційної основи, необхідної для пізнавальної мотивації щодо інтегративної взаємодії фізики й спецдисциплін, що виділяє в предметі дії і в самій дії важливе для здобувача ФПО;
- створення змісту орієнтовної основи дії, що виконано в розроблених робочих програмах навчання інтегративного курсу фізики у зв'язку зі спеціальними дисциплінами;
- формування дії в початковій, матеріальній або матеріалізованій формі освітнього середовища (рис. 2.3.1);

- формування понять інтегративного курсу фізики, де елементи системи дії приводять до подальшого узагальнення знань та умінь у спеціальних та технічних дисциплінах, але залишаються ще неавтоматизованими;
- формування знаннєвої компоненти, яка приймає розумову форму, дія починає скорочуватися і автоматизуватися, набуває форми дії за формулою інтегративності фізичних та технічних знань;
- формування дії, яка набуває автоматичної інтегративності цілісного змісту, за яким здійснюється підготовка фахівців інженерних коледжів. Має місце акт інтегративної думки, де процес прихований, а свідомості відкривається лише продукт цього процесу.

Отже, практичне застосування мотивованих дій у навчанні понять інтегративного курсу фізики у дисциплінах фахових інженерних коледжів полягає в обґрунтованому відтворенні системи понять, явищ, процесів усвідомлення їх змісту, умінні застосовувати у предметній дійсності (навчальних інженерних дисциплінах), розв'язуванні задач та формуванні необхідності використання набутих компетентностей впродовж усього життя.

Реалізацію окреслених завдань необхідно забезпечити відповідною методикою навчання інтегративного курсу фізики при вивченні спецдисциплін. Для її створення нами сформовані основні засади методики навчання інтегративного курсу фізики в закладах фахової передвищої освіти [194; 283]:

- формування у студентів системи прикладних фізичних знань в інтегративному курсі фізики на основі сучасних теорій (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів, принципів) і розвиток у них здатності до студентоцентрованого навчання, спрямованого на застосування сформованих знань у майбутній професійній діяльності;
- формування у студентів інноваційних методів та алгоритмів розв'язування практичних задач і проблемних завдань інтерактивними методами на основі предметних компетентностей з інтегративного курсу фізики та інших природних наук, використання евристичних прийомів пошуку розв'язку проблем адекватними засобами інтегративного курсу фізики;

- розвиток у студентів умінь використовувати експериментальні методи прикладного характеру під час виконання природничо-наукових досліджень методами наукового пізнання (планування експерименту, вибір методу дослідження, вимірювання, обробка та інтерпретація одержаних результатів);
- формування у здобувачів освіти цілісного уявлення про сучасну природничо-наукову картину світу, екологічну культуру засобами інтегративного курсу фізики;
- розвиток у студентів навичок науково-дослідної пізнавальної діяльності у процесі навчання інтегративного курсу фізики.

На основі моделі освітнього середовища ЗФПО (рис. 2.3.1), моделі реалізації освітнього середовища фахового інженерного коледжу у навчанні інтегративного курсу фізики (рис. 2.3.2), методичних засад ми сформуvalи ***основи змісту методики навчання інтегративного курсу фізики в ЗФПО*** інженерної галузі, які складаються із 4 блоків: особливості навчання практичних застосувань технологічних розробок; властивості новітніх конструкційних матеріалів; методи вирішення конкретних технічних завдань з навчальних дисциплін ОПП; лабораторні роботи практичного спрямування, проєкти практичного спрямування та ін.

Важливу роль інтегративного курсу фізики ми виокремлюємо у блоці застосувань конкретних технічних завдань у машинобудуванні та матеріалознавстві, де, зокрема, виокремлюються фізичні основи міцності матеріалів, вібраційні процеси тощо, що дозволяє студентам здійснювати обґрунтований вибір матеріалів для різних конструкцій, множини елементів машин, їх необхідну міцність та довговічність. Теоретичною основою цих фізичних процесів є принципи термодинаміки для розробки систем охолодження, теорія деформацій та коливних процесів, молекулярно-кінетична теорія будови речовин тощо.

На відміну від традиційних шкільних, лабораторні роботи з інтегративного курсу фізики мають глибоку інженерну спрямованість. У студентів формуються компетентності з техніки виконання не дослідів, а навчально-дослідних проєктів

з конкретним інженерним контекстом. Не виключається й виконання окремих лабораторних експериментів, які також носять практичний характер із застосуванням теоретичних знань до конкретних технічних проблем. В умовах, коли коледж є відокремленим структурним підрозділом ЗВО, лабораторні роботи інтегративного курсу фізики мають бути підібрані адекватно можливостям матеріально-навчальної бази як ЗФПО, так і ЗВО. Такі роботи виконуються у спеціальних лабораторіях, де використовується обладнання лабораторій загальнотехнічних та спеціальних дисциплін. Тоді інтегративний курс фізики забезпечує підготовку студентів до опанування реальним досвідом використання фізичних принципів і законів у вивченні матеріалознавства та машинобудування, опору матеріалів, дослідженні властивостей матеріалів і конструкцій, дослідженні міцності та властивостей розтягу і тиску матеріалів, з'ясуванні теплообміну матеріалів, особливостей вібраційної стійкості конструкцій тощо.

В частині забезпечення підготовки студентів до проєктної діяльності засобами інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах важливо створити систему конкретних інженерних завдань, наприклад, з розробки нових пристроїв, аналізу чинного процесу чи вдосконалення технічної системи на основі вивчених фізичних принципів і законів. Такий підхід дозволяє студенту наблизитися до реальних умов майбутньої професійної діяльності, сприяє підвищенню мотивації до отримання знань і розвиває інтелектуальні здібності студентів [19].

Важливим резервом у проєктній діяльності є співпраця з базовими підприємствами, де студенти інженерних спеціальностей ЗФПО за сіткового планування мають можливість оволодіти навичками практичного ефективного використання інженерного обладнання для вирішення технічних завдань, проведення вимірювань тощо на основі знань інтегративного курсу фізики. Тоді студенти не лише засвоюють теоретичні знання, але й успішно використовують їх у інженерних реаліях.

Створена концепція розвитку методичної системи навчання у ЗФПО (рис. 2.1.2), засади методичної системи, визначені педагогічні умови, моделі реалізації освітнього середовища фахового інженерного коледжу у навчанні інтегративного курсу фізики (рис. 2.3.1 та 2.3.2), впровадження педагогічних підходів (компетентнісного, особистісно зорієнтованого, діяльнісного, системного, ресурсного) [279] дозволяють розглядати інтегративний курс фізики як стрижень випереджаючої освіти, що забезпечує формування компетентних фахівців, здатних креативно мислити. Ефективність такого підходу в реалізації методики навчання інтегративного курсу фізики підтверджено у педагогічному експерименті (Додатки Д1 – Д4).

Для виокремлення наскрізних понять ми скористалися методикою формування таких понять розробленою науковцями О. Дерев'янко, О. Трифоновною, Н. Подопригорою, А. Дробіним, М. Садовим [70; 74; 178; 208; 270] та ін. і сформували систему таких наскрізних знань, які можна розглядати як підсистему в інтегративному курсі фізики (див. таб. 2.3.1). Окреслені наскрізні знання тісно пов'язані із технологічними розробками у галузі інженерії, робототехніки, дисциплінами [157; 315; 320]. Відповідно, це сприяє формуванню компетентного фахівця в галузі технологій, який має бути креативним, ініціативним, комунікативним. Це відповідає головним вимогам стейкхолдерів до сучасного інженера: здатність гармонійно оволодіти компетентностями зі спеціальності; вміти розвиватись і навчатися впродовж усього життя, застосовувати інноваційні знання та практичні навички у професійній діяльності (Додаток Е).

На основі проведеного нами аналізу програм навчальних дисциплін: технічна механіка, технологія конструкційних матеріалів, загальна електротехніка з основами електроніки, основи обробки матеріалів та інструмент, металорізальні верстати та автоматичні лінії, приводи верстатів з ПУ та ПР, ми сформували систему наскрізних понять, явищ, процесів, теорій інтегративного курсу фізики, таблиця 2.3.1.

Таблиця 2.3.1

Система наскрізних понять інтегративного курсу фізики та спецдисциплін

Інтегративний курс фізики	Загальнотехнічні дисципліни: технічна механіка, технологія конструкційних матеріалів та загальна електротехніка з основами електроніки [74; 90; 93].	Спеціальні дисципліни: основи обробки матеріалів та інструмент, металорізальні верстати та автоматичні лінії
Основи механіки. Кінематика. Динаміка поступального і обертального руху. Закони збереження. Імпульс Енергія Тепловий рух. Внутрішня енергія. Явища переносу. Дифузія. Теплопровідність В'язкість. Властивості газів, рідин, твердих тіл. Деформації. Діаграма стану речовини. Теплове розширення в конструкціях. Системи охолодження Електричне поле. Електричний струм Електростатичний захист. Електричні вимірювання та електровимірювальні прилади. Розрахунок електричних кіл Надпровідність. Термоелектричні явища. Електроніка та електронні прилади. Нанотехнології. Акумулятори. Напівпровідники Магніти, магнітне поле струму. Індукція та напруженість МП. Бездротове живлення Магнітні кола. Розрахунки магнітних кіл Намагнічування. Електромагніти Коливальний рух. Маятники. Коливання. Акустика та звукові явища. Хвильова оптика. Змінний струм Генератори. Трансформатори Електромагнітні хвилі.	Статика Кінематика Динаміка Деталі машин Деталі машин З'єднання деталей машин Вали і осі Муфти Механічні передачі Опір матеріалів Розтяг і стиск Зсув Кручення Згинання Місцеві напруження Стійкість стиснутих стержнів Металознавство і термічна обробка. Будова і кристалізація металів. Основні відомості з теорії сплавів. Діаграми стану. Термічна обробка металів Зварювальне виробництво Електродугове зварювання. Електричне контактне зварювання. Газове зварювання Паяння металів Конструкційні матеріали Вуглецеві сталі Леговані сталі Чавуни Кольорові метали і сплави Порошкова металургія Основи електротехніки. Електричне поле. Електричні кола постійного струму Магнітне поле. Електричні кола змінного струму. Основи електроніки. Напівпровідникові прилади.	Загальні відомості про металорізальні верстати Класифікація металорізальних верстатів Кінематичні схеми верстатів Приводи верстатів Шпинделі та їх опори Загальні відомості про приводи верстатів. Механізми приводу головного руху. Механізми приводу подач Кінематичні схеми, ланцюги, передаточні відношення, рівняння кінематичного балансу Ряди швидкостей приводів. Стандартні ряди частот обертання Механізми приводу подач, призначення вимоги, класифікація коробок передач Основи гідравліки. Гідроприводи верстатів з ПУ Гідростатика основні поняття, принцип дії та схеми гідростатичних машин Гідродинаміка основні поняття та закони Принцип роботи та область використання гідроприводів, складові частини об'ємних гідроприводів, їхнє призначення та класифікація насосів Гідро акумулятори

Інтегративний курс фізики	Загальнотехнічні дисципліни: технічна механіка, технологія конструкційних матеріалів та загальна електротехніка з основами електроніки [74; 90; 93].	Спеціальні дисципліни: основи обробки матеріалів та інструмент, металорізальні верстати та автоматичні лінії
Антени та бездротові комунікації Лазери. Оптичні волокна. Альтернативні джерела енергії	Фотоелектронні прилади. Електронні випрямлячі та підсилювачі. Інтегральні мікросхеми.	Гідро двигуни

Таким чином, в ході дослідження визначені сприятливі умови для формування та впровадження відповідних інновацій у методику навчання інтегративного курсу фізики.

Згідно з ОПП спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [164; 274] вивчаються навчальні дисципліни: електроніка та мікропроцесорна техніка, електротехніка та електромеханіка, комп'ютерні системи інженерної графіки та 3D-моделювання, технічні засоби автоматизації, об'єкти автоматизації радіоелектронного приладобудування. Їх зміст інтегративно поєднується із курсом фізики. Методичними завданнями тут є:

- створити умови, щоб студенти були психологічно готовими і вміли застосовувати наскрізні знання з інтегративного курсу фізики, що органічно включені в зміст навчальних дисциплін електротехніки та електромеханіки, електроніки й мікропроцесорної техніки, насамперед для розуміння процесів у системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій;

- забезпечити розуміння та усвідомлення інтегративної ролі курсу фізики у навчанні електротехніки, електромеханіки, електроніки, схемотехніки, мікропроцесорної техніки;

- сформувати вміння засобами фізики та спецдисциплін проводити вимірювання та розрахунки параметрів і характеристик типових елементів систем автоматизації і керуючих систем з елементами штучного інтелекту;
- навчити студентів проєктувати та моделювати системи управління технологічними процесами, виконавчими механізмами, регулюючими органами та пристроями.

Визначені завдання мають чітку практичну спрямованість інтегративного курсу фізики, акцентовану на розробку системи практичних завдань з реалізації визначених компетентностей у ході навчання (Додаток Б). Однією з таких інтегративного характеру робіт є проєкт «Мобільний робот на платформі Arduino», де студенти практично оволодівають визначеними предметними компетентностями, в теоретичній основі яких покладено знання інтегративного курсу фізики.



Рис. 2.3.4. Робот на платформі Arduino створений студентами
ВСП «КІФК ЦНТУ»

Даний проєкт створювався студентами спеціальності Автоматизація комп'ютерно-інтегровані технології під керівництвом викладачів для розуміння принципів робототехніки. Під час роботи над проєктом студенти, працюючи в команді, отримували практичний досвід роботи з мікроконтролерами, розвивали технічні навички. Даний робот створювався на платформі Arduino і його задача – їздити по поверхні. Він був обладнаний мікроконтролером, двигуном, акумулятором, набором ультразвукових датчиків, колісною базою та мав дистанційне керування. Усі елементи були змонтовані на тонких текстолітових пластинах. Студенти самостійно монтували робота та програмували

мікроконтролер. Даний робот може пересуватись по горизонтальним поверхням (підлога, стіл), слідує визначеним маршрутом, усі команди виконує дистанційно (через мобільний застосунок). Робота над цим проектом дала можливість студентам набути професійні компетентності (конструювання робототехнічних систем, робота з електронними елементами, програмування мікроконтролера). Також вони закріпили основні фізичні поняття, закони і зрозуміли їх практичне застосування. У результаті роботи над проектом у студенти змогли побачити, як фізичні закони працюють у реальних пристроях, а саме:

- траєкторія та швидкість руху для регулювання руху робота залежно від поверхні;
- сила тертя коліс об поверхню для уникнення ковзання;
- розрахунок моменту сил обертання коліс;
- центр мас – забезпечення стійкості конструкції;
- закон збереження енергії – перетворення електричної енергії на механічну;
- електричний струм та електрична потужність для розрахунку споживання струму залежно від ємності акумулятора;
- акустичні хвилі – робота ультразвукових датчиків;
- електромагнітні хвилі – передача даних через Bluetooth-модуль та забезпечення дистанційного управління.

Поняття, явища, процеси, теорії інтегративного курсу фізики наскрізно використовуються в навчальних дисциплінах спеціальності «Прикладна механіка». До таких дисциплін, насамперед, відносяться фізичні основи матеріалознавства, властивості матеріалів (включаючи й наноматеріали) та ін.

Інтегративний курс фізики забезпечує фізичну складову навчальних предметів спеціальності «Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів» (введена в дію згідно зі Стандартом фахової передвищої освіти) [246]. У навчальному плані спеціальності визначені навчальні дисципліни: Технічна механіка, Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, Теоретичні основи електротехніки, Промислова

електроніка, Будова і обслуговування верстатів з програмним управлінням (ПУ) і робототехнічних комплексів (РТК), Приводи верстатів з ПУ і РТК, Основи обробки матеріалів і інструменти, Основи технології машинобудування, Електропривод та електрообладнання верстатів з ПУ і РТК, вивчення яких потребує фізичних знань прикладного характеру. Засобами інтегративного курсу фізики під час виконання практичних робіт у студентів необхідно сформувати предметні компетентності з механіки твердого тіла, видів механічних та електричних приводів, прикладної електродинаміки, фізичних основ функціонування верстатів, апаратів, роботів, аналізу електрообладнання, контрольно-вимірювальних засобів, системи числового програмного керування та ін. [20] (рис. 2.3.5, б).

У ВСП «КІФК ЦНТУ» здійснюється підготовка фахівців з нових галузей високих технологій відповідно до ОПП «Технології обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях». Такий напрямок є стратегічно важливим у розвитку машинобудування і його місією «рушійної» сили, що створює «ключовий фактор» нової технологічної структури. Відповідно до ОПП передбачається оволодіння студентами прикладними компетентностями з проєктування технологічних процесів виготовлення деталей машин і, відповідно, знаннями властивостей матеріалів цих деталей, навичками роботи на верстатах з програмним управлінням і, відповідно, знаннями механічної, електричної та електронної систем забезпечення їх роботи [20; 246].

Згідно з ОПП та навчальним планом спеціальності «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів» випускник має володіти предметними компетентностями, що базуються на інтегративному курсі фізики, зокрема знати фізичні основи будови автомобілів, принцип роботи автомобільних двигунів, властивості експлуатаційних матеріалів, електрообладнання автомобілів, уміти проводити діагностику електрообладнання та ін. [20] (рис. 2.3.5, а).



Рис. 2.3.5. Виконання практичних робіт студентами спеціальності 131 Прикладна механіка та 274 Автомобільний транспорт

а) Діагностики електрообладнання двигуна б) Виготовлення деталей на верстатах

Таким чином особливістю навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО інженерної галузі є те, що інтегративний курс фізики має забезпечити формування фахових компетентностей, що відповідають ОПП спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка та 123 Комп'ютерна інженерія і для його вивчення передбачено навчальні години в різній кількості в залежності від потреби. Для спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт навчальним планом передбачено 45 годин. На спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка та 123 Комп'ютерна інженерія відповідно – 90 та 135 годин. Звідси випливає висновок, що для кожної із перерахованих спеціальностей інтегративні курси фізики передбачають формування різних предметних компетентностей. Такі курси різняться між собою як за їх структурою, так і за змістом (Додаток Б).

У фахових інженерних коледжах методику професійно орієнтованого навчання інтегративного курсу фізики ми розглядаємо з точки зору активного використання міжпредметного взаємопроникнення знань та зав'язків курсу фізики з загальнотехнічними й спеціальними дисциплінами. На основі приведених міркувань та моделі методичної системи (рис. 2.1.3) ми розробили три варіанти робочих навчальних програм інтегративного курсу

фізики (виходячи із виділеної кількості навчальних годин) та навчально-методичне забезпечення його навчання для ОПП «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, «Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем» спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, «Інструментальне виробництво» та «Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів» спеціальності 131 Прикладна механіка, «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях» спеціальності 133 Галузеве машинобудування та «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів» спеціальності 274 Автомобільний транспорт (Додаток Б).

Розроблена нами модель методичної системи навчання інтегративного курсу фізики (рис. 2.1.2) передбачає розширення бази теоретичних знань і практичних навичок та розвиток фізичних знань у загальнотехнічних і спеціальних дисциплінах.

В ході дослідження для формування практичних умінь і навичок з фізики з огляду на їх використання в майбутній професійній діяльності ми створили систему задач прикладного характеру [19], систему лабораторних робіт [20], систему навчальних дослідницьких проєктів, систему теоретичних завдань, спрямованих на професійний розвиток майбутнього інженерного фахівця.

Зміст створених завдань відповідає робочим навчальним програмам навчальних дисциплін й інтегративному курсу фізики та вимогам стандартів фахової передвищої освіти [245–250]. Мета кожного завдання передбачає розв'язання визначених проблем дослідження і відповідає методиці навчання інтегративного курсу фізики для трьох блоків спеціальностей (критерій – кількість навчальних годин) окремих інженерних спеціальностей ЗФПО з урахуванням принципу студентоцентрованого навчання (див. п. 1.1), моделі методичної системи (див. п. 2.1.1), врахувавши особливості створеного освітнього середовища (рис. 2.3.1).

Основні аспекти методики навчання інтегративного курсу фізики у ЗФПО для спеціальностей «Галузеве машинобудування», «Прикладна механіка», «Автомобільний транспорт» передбачають:

- досягнення триєдиної мети: формування професійних компетентностей (рис. 2.2.4); застосування фізичних явищ та процесів у технічних виробничих процесах (деформації матеріалів для створення деталей машин, вивчення руху тіл і сил, що на них діють, для аналізу і проектування механізмів та створення конструкцій, розрахунок крутного моменту (моменту сили) та його вплив на обертальний рух, принципи термодинаміки для підвищення економічності та оптимізації роботи теплових машин та ін.);
- засвоєння студентами змісту навчання розділів інтегративного курсу фізики: основи механіки, статистична фізика і термодинаміка, електрика, магнетизм, фізика коливань і хвиль; вивчення фізичних явищ, законів з (таб. 2.3.1);
- виконання практико-орієнтованих завдань інтегративного курсу фізики та спецдисциплін (виконання професійно спрямованих лабораторних робіт, аналіз реальних ситуацій або наближених до реальних (практичні кейси), (розрахунок сил, визначення міцності конструкцій, розрахунок інерції маховика верстату, розрахунок гальмівного шляху автомобіля, зниження вібрацій і підвищення точності обробки матеріалів на верстатах, керованість автомобіля при поворотах на високих швидкостях та ін.) [19];
- використання інноваційних методів навчання (п. 2.2) для досягнення мети й результатів навчання;
- впровадження засобів навчання: підручники (паперові, електронні) [279; 284], програмне забезпечення CAD-систем (AutoCAD, SolidWorks) для 3D моделювання [<https://www.tinkercad.com/>], реальні і віртуальні лабораторії [20; 304] для моделювання фізичних та механічних процесів, стенди для вивчення принципів роботи важільних, зубчастих і пасових передач [327]; деталі токарних, фрезерних або свердлильних верстатів [325]; моделі двигунів внутрішнього згоряння, мультимедійні матеріали про роботу верстатів, двигунів [327];

інтерактивні платформи для організації дистанційного навчання (Moodle, Google Classroom);

- відкрите й гласне підсумкове оцінювання у вигляді тестів, анкетування, питань для співбесід, завдань до екзаменаційних робіт, завдань до контрольних робіт (Додаток М).

Показниками методики навчання інтегративного курсу фізики навчальних дисциплін спеціальності «Комп'ютерна інженерія» визначено:

- триєдину мету навчання: розуміння фізичних явищ, що лежать в основі роботи електронних і комп'ютерних систем, засвоєння основ електромагнетизму, квантової фізики та напівпровідникової техніки, застосування законів та явищ фізики для проєктування та аналізу комп'ютерних та електронних систем; здатність до аналітичного і критичного мислення, розвиток навичок командної роботи, врахування індивідуальних навчальних потреб студентів і темпу засвоєння матеріалу, формування самостійності та відповідальності студентів;

- визначений робочою навчальною програмою зміст: електромагнетизм (електричні і магнітні поля, принципи роботи електронних елементів), фізика напівпровідників, фотоефект, лазери, волоконна оптика, сенсорні технології; тепловіддача в електронних пристроях; моделювання фізичних процесів у комп'ютерних системах, аналіз роботи процесорів, пам'яті, сенсорів і датчиків з урахуванням фізичних явищ і законів;

- ефективні методи навчання: розв'язування практико-орієнтованих задач, виконання професійно спрямованих лабораторних робіт, розробка моделей (транзистора або сенсора); виконання проєктів, що поєднують фізику, програмування, схемотехніку; практичні кейси (основи роботи інверторів у системах живлення, вимірювання рівня сигналу Wi-Fi залежно від перешкод, вивчення основ роботи сонячних та теплових панелей та їх ефективність); аналіз результатів і висновки [12; 20; 25; 42; 57; 86; 88];

- засоби навчання: сучасне лабораторне обладнання (цифрові осцилографи, мультиметри, електронні модульні елементи, підручники, лекції,

методичні розробки, дидактичні матеріали, інтерактивні платформи для організації дистанційного навчання (Moodle, Google Classroom)) [19; 20];

- підсумкове оцінювання [143].

Алгоритм методики навчання інтегративного курсу фізики для спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» в певній мірі повторює попередні дві методики і передбачає реалізацію:

- мети навчання: формування розуміння фізичних явищ і процесів, які лежать в основі автоматизації та робототехніки, розвиток критичного мислення, аналізу, моделювання та практичного застосування фізичних знань, розвиток навичок командної роботи, врахування індивідуальних навчальних потреб студентів і темпу засвоєння матеріалу, формування самостійності та відповідальності студентів [160; 174; 203; 213; 231; 233; 235; 236; 240; 242; 275; 301];

- змісту розділів інтегративного курсу фізики: механіка, динаміка, термодинаміка, електромагнетизм, колювання і хвилі, оптика, основи комп'ютерного моделювання;

- ефективних і апробованих методів навчання: розв'язування практико-орієнтованих задач, виконання професійно спрямованих лабораторних робіт, розробка моделей (фізичні закони і явища для функціонування роботів); практичні кейси (основи роботи роботів, використання сенсорів і датчиків, вивчення фізичних принципів роботи дронів та ін.);

- засобів навчання: сучасне лабораторне обладнання (набори для робототехніки, цифрові осцилографи, мультиметри, модульні елементи типу Arduino та LEGO, підручники, лекції, методичні розробки, дидактичні матеріали, інтерактивні платформи для організації дистанційного навчання (Moodle, Google Classroom), програмне забезпечення для моделювання роботів (SolidWorks тощо);

- аналізу результатів і висновків формувального та підсумкового оцінювання.

Таким чином, ми обґрунтували і окреслили основні аспекти структури і змісту методики навчання інтегративного курсу фізики для формування предметних і фахових компетентностей здобувачів інженерного профілю з урахуванням принципу студентоцентрованого навчання.

2.4. Методика використання професійно орієнтованих завдань в інтегративному курсі фізики ЗФПО інженерного спрямування.

2.4.1 Методичні особливості застосування практико-орієнтованих задач

Виходячи із визначеної мети дослідження до основних принципів практичної реалізації завдань дослідження з формування методики навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах ми віднесли принцип фундаментальності навчання та принцип професійного спрямування навчання. Їх реалізація ґрунтувалася на основній інтегративній вимозі з підготовки фахівців інженерної галузі. Результат такої інтегративності полягає у цілісності процесу навчання студентів фахових інженерних коледжів і, як наслідок, формування професійної компетентності майбутніх фахівців.

Методологію розв'язання інтегративних задач ми розглядаємо як систему загальних теоретико-практичних понять математико-фізико-інженерної діяльності, де системний підхід передбачає використання специфічних методів (засобів досягнення мети через дослідження ситуації, пошук ідей, оцінку рішень), кількісних оцінок варіантів, інноваційний образ мислення.

До методології розв'язування задач інтегративного характеру ми віднесли: усвідомлення потреби (нестачі чогось) до дії, яка пов'язана з необхідністю вирішення життєвого завдання; забезпечення ефективної техносфери через практичні дії засобами (методично виконувані дії) проєктування й конструювання; інтегративну дію відтворюють при виконанні завдання лише методом, а тому студент має володіти методичними засобами.

Інтегративний курс фізики у ЗФПО інженерного спрямування поєднує вивчення основних фізичних понять профільної школи та елементів професійно орієнтованого понятійного апарату; враховує створення середовища для виконання та розв'язання професійно орієнтованих лабораторних робіт і задач [17].

У рамках означення інтегративного курсу фізики (Додаток Б) та результатів педагогічного експерименту (Додаток Д) ми виходили з необхідності мати систему практико-орієнтованих задач окремо для кожної спеціальності інженерного коледжу, систему експериментів, практичних і лабораторних робіт, проєктів. У цілому зміст вказаних систем спрямований на застосування практично зорієнтованих фізичних знань для освоєння технічних дисциплін, що сприяє оволодінню майбутньою професійною діяльністю. Система задач, дослідів, лабораторних робіт інтегративного курсу фізики у фаховому інженерному коледжі забезпечує зв'язок між теоретичною базою знань та їх практичною реалізацією у вивченні загальнотехнічних та спеціальних дисциплін і майбутній професійній діяльності.

Методика розв'язання задач інтегративного курсу фізики професійного спрямування сприяє більш свідомому засвоєнню навчального матеріалу і є однією з форм розвитку критичного мислення, що відображає процес активізації розумової діяльності, спрямованої на отримання конкретного результату згідно студентоцентрованого навчання. Результативність занять значною мірою залежить від обґрунтованого вибору кількісних та якісних задач як за змістом, так і за методами їх розв'язування, головне, щоб вони були спрямовані на формування інженерної складової фахівця.

У п. 1.3 розкрито сутність професійної спрямованості інтегративного курсу фізики для забезпечення ефективного формування предметних компетентностей інженерної галузі, необхідних для майбутньої професійної діяльності студентів. Передбачається упровадження в освітній процес змісту на основі ретельного аналізу змісту робочих програм технічних та спеціальних дисциплін. Для успішної реалізації вказаного принципу доцільною є система професійно

спрямованих задач інтегративного курсу фізики для ЗФПО інженерного спрямування, що перевірена в ході педагогічного експерименту (Додаток Д). Формування компетентності розв'язувати інтегративного характеру задач з фізики є необхідною складовою професійної компетентності фахівця, як професійно інтегрованого особистісного утворення, де потенційні внутрішні ресурси студента, його особистісні здібності є джерелом і критеріями ефективної діяльності з оволодіння спеціальністю.

Підбір таких задач окремо для кожного з трьох інтегративних курсів фізики відповідних спеціальностей здійснювався за наступними критеріями:

- межі функціональності, що полягає у визначенні елементів фізико-техніко-технологічних знань. Така система задовольняє як потреби кожної навчальної спеціальної дисципліни, так і вимоги інженерного завдання галузі: різноманітні інструменти для розрахунків, моделювання, аналізу, проєктування, імітації та ін.;
- сумісність системи задач інтегративного курсу фізики з іншими складовими професійних дисциплін ФПО, що досягається інтегративністю з програмами навчальних дисциплін та практичними роботами, спрямованими на результат;
- рівень ефективності (відношення результату до витрат часу й матеріальних витрат) та ріст продуктивності (виконана навчальна робота в часі) розробленої системи задач, які визначаються за методичними рекомендаціями [19; 223; 228; 287] і спрямовані на формування предметних компетентностей (знання, уміння, навички, цінності, застосування на практиці) в ході навчально-практичної діяльності здобувача ФПО та забезпечують швидкість і ефективність виконання завдань;
- рівень ресурсної підтримки в ході розв'язування задач, що передбачає якісне технічне забезпечення ресурсами (комп'ютери, програмне забезпечення, обладнання та ін.) [190; 194] і наявність методичних рекомендацій для досягнення мети освітнього процесу;

- окремі специфічні (згідно зі специфікою спеціальності) критерії для кожної ОПП системи задач [19].

Технологія створення системи задач для кожного із трьох інтегративних курсів фізики враховує наступне:

- підбір задач з формування їх системи враховує інтегративність технологічних особливостей спеціальностей (Додаток Б) [20] та систему наскрізних фізичних понять, явищ, законів, теорій, принципів, що забезпечує формування компетентностей майбутнього інженерного фахівця;
- використання елементів теорії графів та сіткового планування [211] для обґрунтування послідовності й логічності у створенні системи задач інтегративних курсів фізики.

Системи задач для визначених спеціальностей сформовані з урахуванням вимоги принципу студентоцентричного навчання, що передбачає гармонізацію набутих здобувачами ФПО компетентностей, орієнтованих на результати навчання [61]. Такі системи задач враховують можливість здобувачам освіти пропонувати декілька різнорівневих варіантів задач різної складності і пропонують обрати задачі, які їх цікавлять, які вони можуть розв'язати [70], де враховано індивідуальні потенційні можливості.

У традиційній методичній літературі з методики розв'язування задач з фізики досить поширеними є аналітичний, синтетичний та аналітико-синтетичний методи [32; 63; 71; 88; 92; 140; 228].

Аналітичний метод розв'язування задач з фізики та інженерії застосовується у випадках, коли має місце складна задача, яку можна поділити на складові, тобто на декілька простіших задач. У цьому випадку відшуковується загальна формула для розв'язку.

Синтетичний метод розв'язування задач обернений до аналітичного. Тут за відомими в умові задачі величинами здійснюється підбір і аналіз відомих формул, щоб скомбінувати правильне їх поєднання для знаходження розв'язку задачі. Здійснюється послідовне встановлення зв'язків між вихідними величинами.

Дані методи розв'язування задач в комбінації з іншими для майбутніх фахівців інженерної галузі є одним із провідних, оскільки дозволяють їм не лише осмислювати складні практико-орієнтовані задачі, а й формувати компетентності з розчленування їх на окремі компоненти й проводити інтегративні дії знань фізики та спеціальних і технічних дисциплін, досліджуючи їх всебічно й послідовно [140].

Крім цього, в процесі дослідження ми скористалися системотехнічним аналізом умов задач, що полягає у забезпеченні сумісності елементів системи і сумісності системи з зовнішнім середовищем при відшукуванні способу з'єднання готових нормалізованих вузлів у працездатну систему [128].

Проте вказані методи для розв'язування задач інтегративного курсу фізики доцільно доповнити більш прагматичними, оскільки мають місце інженерного характеру задачі та завдання. Тому необхідно доповнити їх графічним методом розв'язування задач [218], методами моделювання, векторно-координатним методом розв'язування задач, методом експертних оцінок та ін. [140].

Зважаючи на важливість розвитку ключових компетентностей [152] та формування практичних навичок студентів ЗФПО інженерного напрямку, нами запропоновано ряд задач професійно орієнтованого змісту в інтегративному курсі фізики (Додаток Б). Розв'язання даних задач забезпечить глибоке розуміння не лише фізичних законів, а й дасть можливість зрозуміти межі застосувань фізичних принципів у інженерії.

Ми скористалися здобутками вчених і створили системи задач визначених (трьох) інтегративних курсів фізики для використання вказаних методів розв'язування задач.

У п. 2.3 з'ясовано, що інтегративний курс фізики на спеціальностях 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт вивчається впродовж 45 годин; на спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка – 90 годин; на спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія – 135 годин [19; 20].

Виходячи із критеріїв підбору задач інтегративного характеру та завдань дослідження, ми прийшли до висновку, що інтегративні курси фізики для визначених трьох груп спеціальностей інженерних коледжів властиві комбіновані методи розв'язування задач, але з використанням перевірених практикою аналітичного, синтетичного, аналітико-синтетичного й інших методів розв'язування задач.

На основі визначених методів розв'язання задач інтегративних курсів фізики ми сформуvalи послідовний алгоритм:

- створення математичної або/та інженерно-фізичної моделі системи, яка дозволяє описати її поведінку в умовах заданих обмежень (рівняння фізики та математики, таких як рівняння механіки, термодинаміки, електрики або інших наук, залежно від специфіки проблеми), оцінка ситуації, визначення відправних точок, що у задачі дано і що потрібно знайти, також з'ясовуємо, які припущення можна зробити для спрощення задачі, щоб зробити її вирішення реальним;

- застосування різних методів аналізу (числові методи, аналітичні методи, методи кінцевих елементів) для розв'язання моделі. Використання комп'ютерних програм для отримання рішень складних задач, де без автоматизації процесів важко зробити вручну, окреслення меж функціонування ситуації даної в умові задачі, розчленування цілісної системи умови задачі на підсистеми, тобто поділ задачі на простіші із забезпеченням сумісних умов. Які визначають цілі і інформацію, що використовується в процесі розв'язування задач;

- визначення характерних для ситуації умов, виконання необхідних креслень;

- засобами міркування, роздумів визначити вимоги умови задачі, наявні ресурси, цілі та переконливий характер дій студента з досягнення мети з віднайдення закономірностей, що дають змогу дати відповіді на використання способу розв'язання кожної простої задачі;

- здійснення аналітики пошуку невідомих величин та виокремлення ланцюжків, що ведуть до створення кінцевої формули, відшукування закономірностей для синтезу фізичних закономірностей простіших складових;
- формування кінцевої формули (функції) для розв'язування цілісної задачі;
- перевірка та верифікація на точність і правдоподібність, порівняння з експериментальними даними (якщо вони доступні), а також перевірка припущень і спрощень, які були зроблені на етапі моделювання й розрахунків, можливі похибки, дій з фізичними величинами;
- інтерпретація та висновки точки зору реальної ситуації, як вони можуть бути застосовані до реальних умов і чи потрібні додаткові коригування або оптимізація та вдосконалення.

Згідно з робочими навчальними програмами спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт на вивчення інтегративного курсу фізики відводиться по 45 годин. Виходячи з експертної оцінки та аналізу робочих навчальних програм, ми визначили критерій, за яким визначається кількість задач для використання у навчанні інтегративного курсу фізики. Він орієнтовно складає 70% від загальної кількості навчальних годин, тобто на 70% всієї сукупності об'єму занять має місце розв'язування задач. Тоді для визначених спеціальностей на різного виду занять здійснюється розв'язування орієнтовно по 30 професійно зорієнтованих задач на кожній спеціальності [19].

Розглянемо методику розв'язування інтегративної задачі зі студентами спеціальності 131 Прикладна механіка.

Задача [180]. Ківш екскаватора (зворотної лопати) (рис. 2.4.1, а), виготовлений із сталі з високим вмістом вуглецю HARDOX з добавкою марганцю чи інших елементів, у формі прямої трикутної призми без бічної грані (рис. 2.4.1, б). Слід виготовити модель конструкції ковша (рис. 2.4.1, в) та здійснити розрахунки за умов: при яких розмірах на виготовлення ковша місткістю $V = 0,15 \text{ м}^3$ піде найменша кількість матеріалу, якщо відомо, що висота

й ширина a ковша рівні. При розв'язуванні задачі товщину стінок не враховувати, але розглянути при аналізі розв'язку.

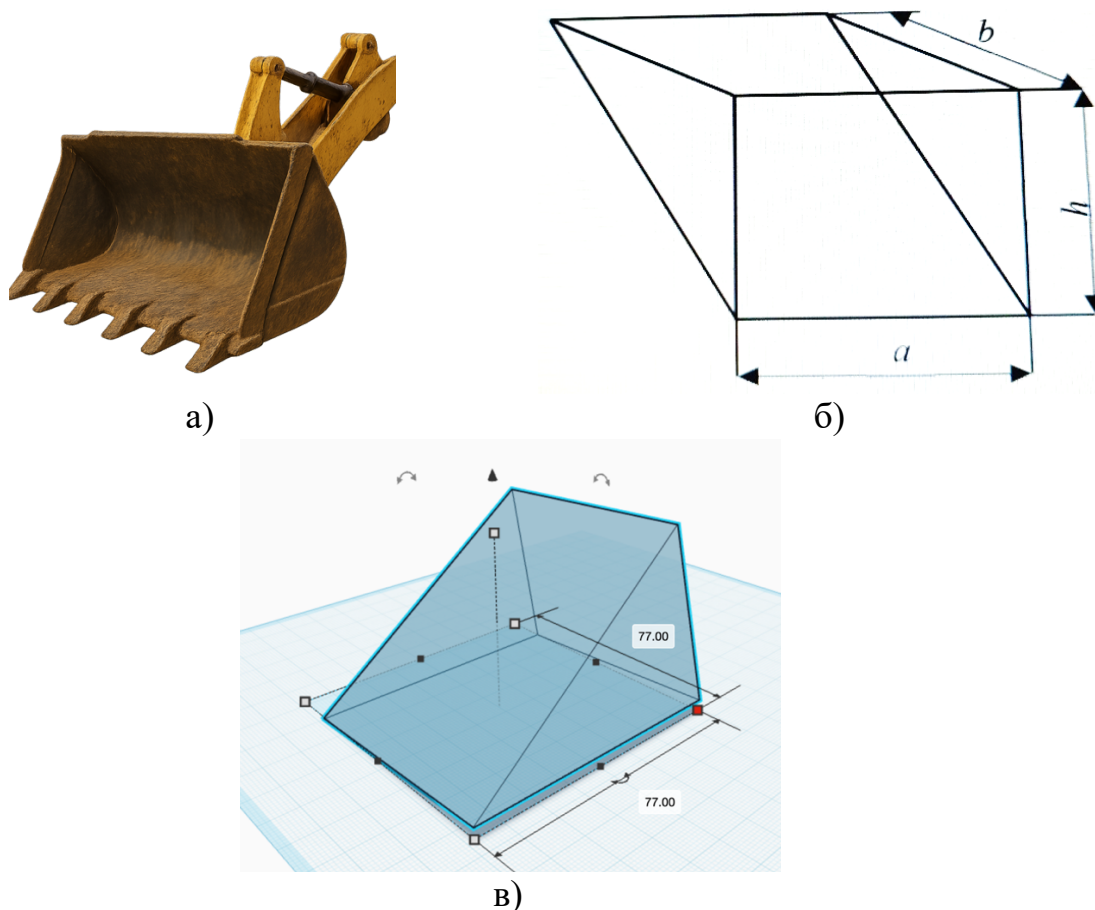


Рис. 2.4.1. Ківш екскаватора та її функції

а) ківш (малюнок створено у Chat GPT),

б) Трикутна призма [180], в) 3D модель ковша (Додаток К)

Розв'язування задачі здійснюємо з використанням розробленого алгоритму розв'язування інженерно-фізичної задачі. Скористаємося аналітичним способом розв'язування задач. Здійснюємо фізико-інженерну оцінку форми і властивостей ковша – він має форму трикутної призми без бічної поверхні. Відправні точки: ківш має висоту h , ширину a ($h=a$), довжину b , виготовлений із прямокутних пластин сталі марки HARDOX (або іншої), товщину яких оцінюємо при аналізі розв'язку. Об'єм ковша становить $V = 0,15 \text{ м}^3$.

З точки зору інтегративного підходу до розв'язування задач проводимо інженерний аналіз статистичних фізичних та термодинамічних властивостей матеріалу, з якого виготовлено ківш, дивимося марку сталі, твердість матеріалу,

міцність, жорсткість, пружність, деформацію, в'язкість, температурний вплив, густину, корозію та ін.; знайомимося із технологією виготовлення форми ковша (ковка, зварка, штамповка та ін.) [114].

Наступне завдання – необхідно продумати, як знайти найменшу кількість сталі для виготовлення ковша, тобто слід обрахувати площу всіх поверхонь, крім бічної, без урахування товщини сталі. Крім знань з інженерії та фізики, тепер додаються знання з геометрії – формули об'єму прямої трикутної призми, її площі поверхонь, теореми про трикутники; з алгебри, математичного аналізу – поняття функції однієї незалежної змінної, необхідні та достатні умови екстремуму функції однієї незалежної змінної, найбільше та найменше значення функції на відрізку. Таким чином, маємо фізико-технічну модель і математичну [180].

Згідно з розробленим алгоритмом окреслюємо поетапність функціонування ситуації, тобто уявно розчленовуємо ківш на складові і виокремлюємо цілі та інформацію, що використовується в процесі розв'язування задачі та виконання креслень. Здійснюємо аналіз фізичних властивостей кожної складової.

Визначаємо та усвідомлюємо, які величини відомі з умови задачі. Із невідомих величин вибираємо ті, що є незалежними змінними, аргументом функції, яка набуває найбільшого та найменшого значення. З'ясовуємо наявні ресурси, цілі та переконливий характер дій студента з досягнення поставленої мети.

Важливим етапом є визначення закономірностей способів розв'язання кожної простої задачі і цілісної. Скласти функцію, тобто виразити через аргумент досліджувану величину (функцію), визначити її область існування. Таким чином розв'язування задачі зводиться до знаходження площі поверхні ковша [180]. Це буде функція від параметрів висоти h за заданого об'єму $V = \frac{hb}{2}a = \frac{h^2}{2}b$. Площу поверхні знаходимо за формулою $S = 2ab + a\sqrt{h^2 + b^2} = 2hb + h\sqrt{h^2 + b^2}$.

Виходячи з умови задачі $b = \frac{2V}{h^2}$. У випадку, коли $h > 0$ отримуємо функцію $S(h) = \frac{4V}{h} + h\sqrt{\frac{4V^2}{h^4} + h^2} = \frac{4V}{h} + \sqrt{\frac{4V^2}{h^2} + h^4}$.

Далі використовуємо аналітичний спосіб розв'язку. Він полягає дослідженні одержаної функції $S(h)$ на екстремум: знайдемо першу похідну $S'(h) = -\frac{4V}{h^2} + \frac{2h^6 - 4V^2}{h^3\sqrt{\frac{4V^2}{h^2} + h^4}}$; прирівняємо її до нуля $0 = -\frac{4V}{h^2} + \frac{2h^6 - 4V^2}{h^3\sqrt{\frac{4V^2}{h^2} + h^4}}$. Після

алгебраїчних перетворень одержимо вираз $h^6 - 2V^2 = 2V\sqrt{4V^2 + h^6}$. Введемо нову змінну $x^2 = h^6 + 4V^2$, або $h^6 = x^2 - 4V^2$, Після перетворень $x^2 - 6V^2 = 2Vx$, $x^2 - 2Vx - 6V^2 = 0$. Знаходимо корені рівняння $x_{1,2} = V \pm \sqrt{7V^2} = V \pm V\sqrt{7}$. Так як $x = \sqrt{h^6 + 4V^2} > 0$ обираємо знак $+$. Підставимо значення і одержимо $h = V + V\sqrt{7} = V(1 + \sqrt{7})$. Далі визначаємо h . $h^6 = x^2 - 4V^2 = V^2(4 + 2\sqrt{7})$. Далі $h_{kr} = \sqrt[6]{4 + 2\sqrt{7}}\sqrt[3]{V}$. $S'(0,5h_{kr}) < 0$, а $S'(2h_{kr}) > 0$, то в точці $h = h_{kr}$ функція має мінімум. Таким чином $h_{min} = \sqrt[6]{4 + 2\sqrt{7}}\sqrt[3]{V} \approx 1,45\sqrt[3]{V}$, $b_{min} = \frac{2V}{h_{min}^2} = 0,95\sqrt[3]{V}$. $S(h) = \frac{4}{h_{min}} + \sqrt{\frac{4V^2}{h_{min}^2} + h_{min}^4} \approx 5,26\sqrt[3]{V}$.

В результаті обрахунків одержали шукані величини $h_{min} = 0,77$ м, $b_{min} = 0,5$ м, $S_{min} = 1,49$ м².

Для визначення кутів між пластинами листів сталі скористаємося знаннями тригонометрії. $tg_{min} = \frac{b_{min}}{h_{min}} = 0,65517241$. Звідси $\alpha_{min} = 33^\circ 14'$ [180].

Після цього проводимо інженерний аналіз одержаних результатів, що полягає у розгляді застосування інженерних принципів та методів, використаних при розв'язуванні задачі. Такий аналіз є основою для ухвалення рішень, що стосуються проєктування, виробництва та експлуатації інженерної системи (ковша), і дозволяє інженерам передбачати поведінку складних систем у реальних умовах.

Таким чином, розв'язання даної інтегративного характеру задачі здійснено за алгоритмом аналітичним способом і звелось до знаходження найменшого

значення площі поверхні ковша. Ця площа є функцією від висоти ковша за ефективного об'єму. Товщина стінок листової сталі в задачі не врахована, але в разі необхідності її можна додати до розмірів висоти і ширини в кінцевих формулах – до висоти, ширини, довжини слід додати товщину металу.

Таким чином, при розв'язуванні задачі були використані інтегративні знання з інженерії та фізики (деталі машин, механіка, молекулярна фізика, термодинаміка) та математики (геометрія, алгебра, елементи математичного аналізу, тригонометрія). За такого підходу у студентів формуються предметні компетентності, що передбачені стандартом спеціальності, формується креативне мислення, розвивається інноваційна творчість, є можливість розвивати естетичні смаки, увагу, логічне мислення; практично на 25% зріс рівень знаннєвої компоненти (Додаток Д.1).

Спеціальність 133 галузеве машинобудування є однією з провідних у розвитку продуктивних сил. У ході вивчення інтегративного курсу фізики згідно з робочою навчальною програмою розв'язується близько 30 задач [19]. Приводимо зміст та методику розв'язування однієї з них.

Задача. На рисунку 2.4.2 зображено модель цифрового двійника трифазного електродвигуна AIP355S4 (рис. 2.4.3) (<https://systemax.ua/catalog/view/theme/default/stylesheet/lightview/skins/blank.gif>), який використовується в токарних верстатах Haas TL-1 та ін. Детально розгляньте критично вразливі місця електродвигуна та характеристики для контролю за його роботою і вкажіть їх на моделі.

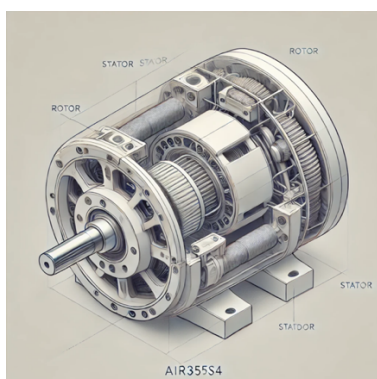


Рис. 2.4.2. Цифровий двійник електродвигуна AIP355S4 створений у Chat GPT



Рис. 2.4.3. Електродвигун AIP355S4

Розв'язок задачі передбачає використання розробленого алгоритму.

1. Ознайомтеся з поняттям цифрові двійники об'єктів, зокрема цифрового двійника електродвигуна AIP355S4.
2. У будь-який спосіб створіть модель цифрового двійника електродвигуна AIP355S4 (рис. 2.4.2), включаючи й можливості Chat GPT.
3. Віднайдіть в інтернеті фото реального електродвигуна AIP355S4 (рис. 2.4.3), й порівняйте реальний електродвигун та віртуальну його модель – цифровий двійник.
4. Уважно розгляньте кожен елемент цифрового двійника електродвигуна і визначте призначення та особливості їх у цифровому двійнику.
5. Визначте основні характеристики електродвигуна AIP355S4: напруга живлення: 380-415 В (три фази, змінний струм); частота живлення: 50/60 Гц; номінальна потужність: 250 кВт; частота обертання: 1500 об/хв.
6. Температура обмоток вимірюється в реальному часі з допомогою термодатчиків (приведіть приклади вимірювання температури датчиками з використанням платформи Arduino).
7. Вібрація: проведіть реальний моніторинг віброметром вібрації електродвигуна для попередження зносу та проаналізуйте її на цифровому двійнику.
8. Рівень струму: виміряйте напругу в мережі і за даними напруги й потужності розрахуйте розхил номінальної сили струму, що проходить у котушках. Врахуйте $\cos \phi$. Проведіть моніторинг для запобігання перевантаження.
9. Досліджуйте стан підшипників електродвигуна. Визначте критерії контролю за наявності шуму, зміщення, зносу та ін.
10. Зробіть висновки.

Такий підхід забезпечує досконале вивчення будови складних пристроїв, установок, зокрема електродвигунів, пошук інформаційних матеріалів, використання редактора презентацій, табличного процесора, що сприяє розвитку мотиваційних інтересів і креативності. Цифрові технології, що імітують натурні

чи передбачувані об'єкти, використовуються у різних інженерних галузях, в тому числі і у машинобудуванні, для оптимізації та покращення ефективності виробничих процесів, набуття навичок роботи з інформацією. Використання запропонованого підходу до розв'язування задач в інтегративному курсі фізики покращило якість знань на 24% в ході педагогічного експерименту (Додаток Д).

Розв'язання інтегративних задач для спеціальностей 131 Прикладна механіка та 133 Галузеве машинобудування доцільно супроводжувати основними технічними характеристиками обладнання, верстатів, електронного знаряддя тощо (рис. 2.4.4, рис. 2.4.5) [141; 157; 324]. За такого підходу у студентів формується реальне уявлення про інструменти їх майбутньої професійної діяльності, підвищується мотиваційна складова професійної досконалості.

Сучасне обладнання (рис. 2.4.4, рис. 2.4.5) є результатом науково-технічного прогресу, завдяки якому підвищується продуктивність, удосконалюються технології виробництва, стає можливим отримувати металеві заготовки, деталі будь-якої форми та конфігурації [157]. Токарні верстати з ЧПУ застосовуються для обробки зовнішніх і внутрішніх заготовок і деталей типу тіл обертання [196].

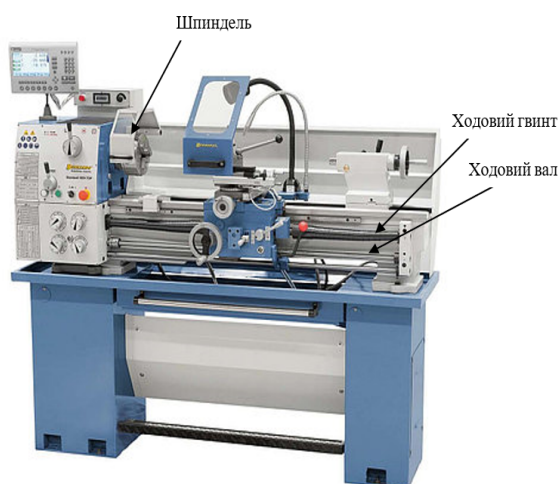


Рис. 2.4.4. Токарний верстат [141]



Рис. 2.4.5. токарний верстат
Haas TL-1 [324]

Згідно робочої навчальної програми спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія розв'язування задач з інтегративного курсу фізики здійснюється на 70% занять, що відповідає близько 90 задачам (Додаток Б). Вони максимально професійно спрямовані. Однією з них є наступна задача.

4. Створимо схему розташування віртуальних пінів на віртуальній моделі Arduino UNO.

Скопійований код

```
[ ARDUINO UNO ]
+-----+
[RST] o o [VIN]
[GND] o o [GND]
[5V] o o [3.3V]
[A0] o o [13 (LED)]
[A1] o o [12]
[A2] o o [11 (PWM)]
[A3] o o [10 (PWM)]
[A4] o o [9 (PWM)]
[A5] o o [8]
+-----+
[TX] o [1] [0] o [RX]
[2] o o [7]
[3(PWM)] o o [6 (PWM)]
+-----+
```

При розв'язуванні визначеного типу задач проводиться ґрунтовний аналіз змісту задачі, формування інформаційно-цифрової моделі, добір ефективного засобу опрацювання даних (текстовий процесор, графічний редактор, опрацювання даних), аналіз результатів розв'язування задачі.

Таким чином, розв'язок системи окреслених задач [19] носить аналітико-синтетичний характер і сприяє формуванню предметних цифрових компетентностей, забезпечуючи ефективну підготовку фахівців з комп'ютерних технологій. Результати педагогічного експерименту показали високу ефективність такого підходу у навчанні студентів; коефіцієнт засвоєння знань, визначених навчальною програмою, зріс на 26% в порівнянні з констатувальним експериментом.

В ході аналізу робочих навчальних програм спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка ми прийшли до висновку про доцільність створення системи задач з інтегративного курсу фізики і визначили для цього апробовані в педагогічному експерименті 60 задач (Додаток Б).

Задача. Комп'ютерні процесори під час роботи використовують великі струми і відповідно здатні генерувати значну кількість теплової енергії. Для забезпечення стабільної та ефективної роботи комп'ютера необхідно ефективно

відводити це тепло. **Завдання 1.** Розрахувати теплові потужності: характеристики процесора: номінальна частота 3,6 ГГц, напруга живлення 1,2 В, ефективність перетворення електричної енергії в теплову становить 80%. Розрахуйте теплову потужність, що виділяється процесором. **Завдання 2.** Для відводу тепла оберіть систему охолодження: повітряну з кулером; водяну, радіаторну, комбіновану. Ефективність повітряного охолодження з кулером залежить від різниці температур між процесором і навколишнім середовищем, а також від теплового опору кулера. Виберіть оптимальний тип кулера (повітряний, водяний чи ін.) через інтернет та розрахуйте необхідну тепловіддачу кулера, враховуючи допустиму температуру процесора (наприклад, 90°C) та температуру навколишнього середовища (25°C).

Розв'язування задачі здійснюємо за розробленого фізико-інженерного алгоритму.

1. Ознайомтеся з основними принципами побудови систем охолодження для комп'ютерів.

2. Для аналізу теплового режиму: побудуйте спрощену теплову схему процесора з радіатором та кулером, визначте основні теплові опори в системі; поміркуйте, як зміниться температура процесора при збільшенні навантаження на нього в два рази; які матеріали найкраще підходять для виготовлення радіаторів і кулерів? які сучасні технології використовуються для охолодження високопродуктивних комп'ютерів (наприклад, рідинне охолодження, фазові переходи та ін.)?

3. Оцініть вплив температурного режиму на довговічність процесора: поясніть, чому перегрів процесора може призвести до його пошкодження, що саме може вийти з ладу; які інші компоненти комп'ютера можуть постраждати від перегріву? як впливає розміщення деталей комп'ютера в корпусі на ефективність охолодження?

4. Покажіть зв'язок між фізичними процесами (теплова дія струму, теплопередача та ін.) та роботою комп'ютерних систем.

5. Здійснить розрахунки та аналіз теплових режимів електронних пристроїв. Особливість теплового розрахунку напівпровідникових інтегральних мікросхем полягає в тому, що напівпровідниковий кристал можна розглядати як єдиний тепловидільний елемент і вважати, що сумарна потужність джерел теплоти в ньому рівномірно розподілена в приповерхневому шарі [142]. Ця особливість викликана в першу чергу високим коефіцієнтом теплопровідності кремнію [$80 \div 130 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$], малими розмірами елементів і невеликими відстанями між елементами напівпровідникової інтегральної мікросхеми (ІМС). Експериментально встановлено, що розкид температур на поверхні кристала незначний (одиниці або частки градуса) [142]. Температура елементів напівпровідникової інтегральної мікросхеми: $T_e = T_c + \theta_k + \theta_{кр} + \theta_{вн}$. Умова забезпечення нормальних теплових режимів записується у вигляді $T_e = T_c + \theta_k + \theta_{кр} + \theta_{вн} \leq T_{\text{мак. доп.}}$, де $\theta_{кр}$ – перегрів кристала відносно підкладки або основи корпусу [142].

Перегрів елемента або інтегральної мікросхеми θ °C – різниця між їхньою температурою і середньою температурою поверхні корпусу. $T_{\text{мак. доп}}$ – максимальна температура елемента або компонента інтегральної мікросхеми. T_c – температура навколишнього середовища; θ_k – перегрів корпусу відносно температури навколишнього середовища. θ – перегрів відносно підкладки. Для навісного провідникового компонента: $T_{\text{нк}} = T_c + \theta_k + \theta_e + \theta_{вн}$. θ_k – перегрів корпусу визначається конструкцією корпусу й потужністю розсіювання поміщених у нього кристала або плати ІМС, особливостями монтажу ІМС у складі мікроелектронного вузла або блока, способом охолодження.

Нормальний тепловий режим елементів і навісних компонентів ІМС забезпечується при виконанні умов системи двох рівнянь: $T_e = T_{c \text{ макс}} + \theta_k + \theta_e \leq T_{\text{мак. доп.}}$; $T_{\text{нк}} = T_{c \text{ макс}} + \theta_k + \theta_e + \theta_{вн} \leq T_{\text{мак. доп.}}$, $T_{c \text{ макс}}$ – максимальна температура навколишнього середовища в процесі експлуатації [142].

6. Для більш детального розрахунку використовуйте відповідні програмні продукти для теплового моделювання (додаткове завдання).

Таким чином, розв'язування задачі дозволяє студентам комп'ютерної інженерії не тільки застосувати знання з фізики, але й зрозуміти, як ці знання використовуються в реальних інженерних задачах.

Отже, під час використання комбінованого методу розв'язування задач згідно з розробленим алгоритмом передбачається розпочати з аналізу умови та запису формули, в яку входить шукана (шукані) величина, зосереджуючись на саме цій ключовій величині. Наступний крок полягає у відшуванні інших величин, які фігурують у попередній формулі, й складаються рівняння, що встановлюють їх взаємозв'язок із заданими умовами. У випадку, якщо в ці вирази входять інші невідомі величини, використовується інформація, надана умовою задачі, для створення допоміжних рівнянь або вирішення додаткових завдань, за допомогою яких можна знайти або виключити невідомі.

Однак не виключається можливість використання окремих методів розв'язування задач та диференційного підходу до організації освітнього процесу, враховуючи умови навчання та індивідуальні можливості студентів, їх підготовку. Такі задачі є полегшеного рівня.

Наприклад, використання синтетичного методу.

Задача 1: На токарному верстаті Наас TL-1 здобувачі освіти виготовляють втулку для амортизатора на автомобіль. Типовими характеристиками для більшості нержавіючих марок сталі є: допустима напруга сталі AISI 430 на розрив становить 450-600 МПа; а на стиск - близько 240 МПа; межа плинності AISI 430 становить 360 Мпа; твердість AISI 430 по Брінеллю (НВ) відповідає 160 одиницям; щільність AISI 430 відповідає 7800 кг/м³. Підібрати марки сталі для виготовлення кожної деталі на токарному верстаті Наас TL-1, де шпиндель обертається з кутовою швидкістю 60 рад/с. Знайдіть кутове прискорення шпинделя, якщо відомо, що його момент інерції відносно обертальної осі дорівнює 2 кг·м². Потужність електродвигуна 7,5 кВт. Яку чистоту обробки буде мати така деталь?

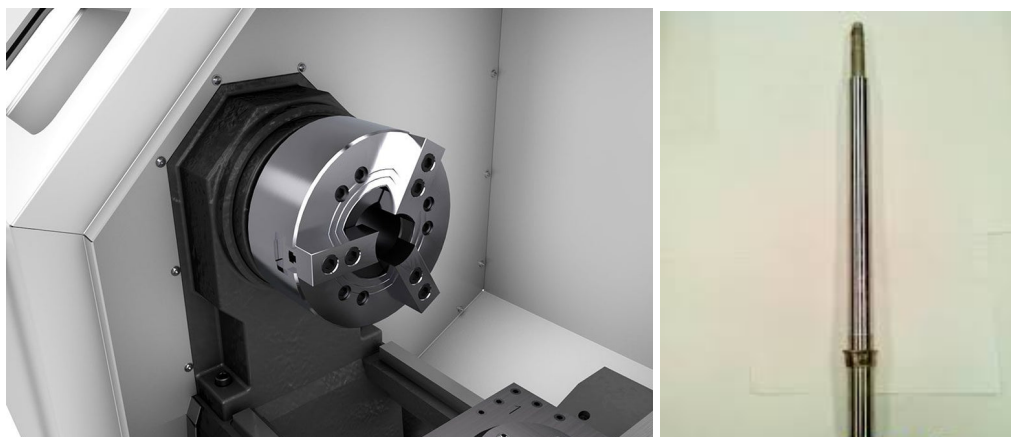


Рис 2.4.7. Шпиндель токарного верстату Haas TL-1 [324] та шток амортизатора автомобіля

Дано:	Момент сили: $M = J \cdot \varepsilon$, де J - момент інерції
$\omega = 60 \text{ рад/с}$	Потужність: $P = \omega M \Rightarrow M = \frac{P}{\omega}$
$J = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	$\frac{P}{\omega} = J \cdot \varepsilon \Rightarrow \varepsilon = \frac{P}{\omega \cdot J} = \frac{7500}{60 \cdot 2} = 62,5 \text{ рад/с}^2$
$P = 7,5 \text{ кВт} = 7500 \text{ Вт}$	$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{60}{6,28} \approx 9,6 \frac{\text{об}}{\text{с}}$
$\varepsilon = ?$	Відповідь: $\nu = 9,6 \frac{\text{об}}{\text{с}}, \varepsilon = 62,5 \text{ рад/с}^2$

Задача 2: Сила опору повітря є одним із ключових факторів, що впливають на динамічні характеристики автомобіля і опір повітря має великий вплив на стійкість автомобіля на високих швидкостях, на розгін і максимальну швидкість. Тож для оптимізації витрат пального важливо визначити, скільки потужності двигуна витрачається на подолання опору повітря. Згідно технічних характеристик автомобіль Mercedes M-Class ML 350 4MATIC має двигун потужністю 272 к.с. (1 к.с. = 0,735 кВт). Двигун 6-циліндровий, V-подібний, максимальний крутний момент 350 Н·м при 2400-5000 об/хв, максимальна швидкість 225 км/год. Визначте силу опору повітря на максимальній швидкості, якщо коефіцієнт опору середовища дорівнює $\xi = 0,34$. Визначте лобову площу за заданими параметрами (лобова площа S – площа перерізу тіла, перпендикулярного напрямленню руху). Визначте потужність двигуна необхідну для подолання опору повітря.

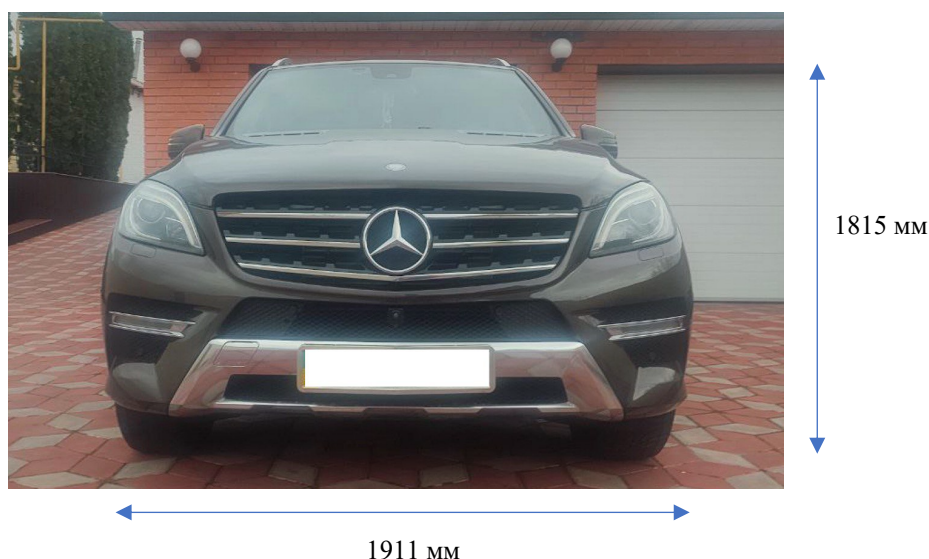


Рис. 2.4.8. Габаритні параметри автомобіля

Дано:

$$P = 272 \text{ к. с.} \approx 200000 \text{ Вт}$$

$$v = 225 \text{ км/год} = 62,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 1,815 \text{ м}$$

$$b = 1,911 \text{ м}$$

$$\xi = 0,34$$

$$S, F_{\text{оп}}, P_{\text{оп}} - ?$$

$$S = b \cdot h = 1,911 \cdot 1,815 \approx 3,47 \text{ м}^2$$

Сила опору повітря:

$$F_{\text{оп}} = \xi \cdot S \cdot v^2 = 0,34 \cdot 3,47 \cdot 62,5^2 = 4608,5 \text{ Н}$$

Потужність, необхідна для подолання аеродинамічного опору

$$P_{\text{оп}} = F_{\text{оп}} \cdot v = 4608,5 \cdot 62,5 = 288031,25 \text{ Вт}$$

Процес розв'язання задач полегшеного рівня за визначеним алгоритмом можна розглядати як послідовність етапів, які включають у себе повторення теоретичного матеріалу, аналіз самої задачі, математичний запис умови, вибір методів розв'язання, розв'язок за алгоритмом, перевірку правильності отриманого результату та аналіз його значущості у контексті вихідної задачі.

Під час розв'язування фізичних задач інтегративного курсу фізики у фаховому інженерному коледжі ефективним є використання демонстрацій верстатів, двигунів, елементів комп'ютера (кулер, блок живлення) тощо. Посилання на реальні фізичні явища або процеси допомагають конкретизувати

умови задачі з фізики в інженерному контексті. У ході педагогічного експерименту нами встановлено, що такий підхід найбільш доцільний, оскільки студенти не лише отримують якісне уявлення про фізичне явище чи процес, але й перевіряють його кількісні характеристики. Студенти аналізують отримані результати та застосовують здобуті знання на практиці, що сприяє більш глибокому розумінню та практичному застосуванню фізичних концепцій у майбутній інженерній діяльності.

Педагогічний експеримент показав, що більшість студентів зазнають труднощів при розв'язуванні професійно орієнтованих задач. Складність розв'язання задач інтегративного курсу фізики у 32% студентів, перш за все, викликана тим, що здобувачі освіти недостатньо володіють професійними поняттями, пов'язаними з майбутньою діяльністю, що поглиблюється початковим рівнем володіння фізичними поняттями, явищами, законами (Додаток Д). Це є однією з причин недостатнього взаємозв'язку між розширенням понятійного апарату з технічних і спеціальних дисциплін та розумінням змісту практико орієнтованих задач.

В ході дослідження виявлено труднощі у студентів щодо браку умінь переносити математичні знання у практичну площину при розв'язанні задач з інтегративного курсу фізики (Додаток Д). Це особливо видно, коли студент добре знає формули, але зазнає труднощів у проведенні алгебраїчних перетворень, і цьому є ряд причин. Найпоширенішою причиною є розрив між математичними знаннями і сферою їх застосування (Додаток Д). Тому в ході формувального експерименту ми здійснювали коригування робочих навчальних програм інтегративного курсу фізики. На цьому етапі ми також розглянули особливості інтегративної складової курсу математики для різних спеціальностей і виділили в шкільному курсі математики, курсі вищої математики, теорії ймовірності, теорії алгоритмів, диференціальному численні та ін. інтегративного характеру знання, наприклад, дослідження функції на екстремум, похідна першого порядку, статистичний розподіл частинок при

тепловому русі та ін., що лежать в основі розв'язання задач інтегративного курсу фізики (Додаток Д).

При розробці кожної задачі інтегративного курсу фізики ми враховували, що задача описує ситуацію, максимально наближену до професійної діяльності майбутнього інженерного фахівця; вона має містити невідомі характеристики професійного об'єкта чи явища [16]. У таких задачах (Додаток Д) використовуються основні поняття, явища, процеси, теорії розділів «Фізичні основи механіки», «Статистична фізика і термодинаміка», «Основи електродинаміки», «Фізика коливань і хвиль», що мають застосування у спецдисциплінах.

Таким чином, інтегративний підхід у навчанні, зокрема в ході розв'язування задач інтегративного змісту професійно орієнтованого характеру, передбачає розширення інтегративності, насамперед на математичні дисципліни, психологію прийняття рішень, де поєднується як предметна складова, так і способи передачі студентам знань і вмінь, що з ними пов'язані. Комбіновані, аналітичні, синтетичні, аналітико-синтетичні та інші задачі інтегративного курсу фізики передбачають постійне, систематичне уточнення умов, що описують фізичне явище чи процес. Важливо проводити аналіз змісту задачі, коротко записуючи умову і чітко виділяючи явно та неявно задані величини. Також важливими елементами є використання табличних даних, переведення фізичних величин до системи СІ, а також, за необхідності, схематичне зображення умови задачі (малюнок, креслення, схеми або графіка).

В ході педагогічного експерименту розроблена система задач показала свою ефективність (Додаток Д). А тому застосування розробленої методики навчання інтегративного курсу фізики в інженерних закладах фахової передвищої освіти через розв'язування професійно орієнтованих фізичних задач сприяє формуванню конкурентоспроможного фахівця в інженерній галузі.

2.4.2 Особливості фізичного експерименту з інтегративного курсу фізики у ЗФПО інженерного спрямування.

Традиційно фізичний експеримент визнано за метод дослідження фізичних явищ, за допомогою якого встановлюються і перевіряються закономірності природи [2]. Цей метод полягає у проведенні спостережень, дослідів, вимірювань, за допомогою яких можна зібрати факти про фізичні об'єкти та їх взаємодії, що узагальнюються у знаннях. Знання, отримані з фізичних експериментів, дозволяють перевірити теорії та закони природничих наук, а також розробляти нові технології та винаходи, що можуть мати значну практичну користь. Фізичний експеримент є важливою складовою наукових досліджень, що ґрунтуються на принципах фізики та навчальних дисциплінах з інженерії.

Проблемам фізичного експерименту в освітньому процесі ЗЗСО, ЗВО приділяли ґрунтовну увагу С. Величко, В. Вовкотруб, Є. Коршак, А. Кух, О. Мартинюк, М. Садовий, І. Сальник, Е. Сірик, П. Сірик, В. Слюсаренко, О. Трифонова, Р. Duhem., С. Liu, Н. Kaufmann [49; 51; 137; 208; 218; 230; 235; 269; 310; 315; 320; 292; 297; 301] та ін. Вони впливала із сутності прикладного характеру фізики.

Експериментальне забезпечення навчання професійно спрямованого курсу фізики досліджували Л. Васильєва, О. Гончаров, І. Карімов, В. Коновалов, Н. Соловйова та ін. [109; 287].

Теоретичні основи створення віртуальних лабораторних робіт та методики їх використання розглянули В. Заболотний, Н. Мисліцька, І. Сальник, А. Салтикова, Е. Сірик, І. Слободянюк та ін. [217; 218; 220; 233].

У вказаних та інших дослідженнях акцент в основному було зроблено на забезпечення експериментальної складової освітнього процесу ЗЗСО та ЗВО і мало приділено уваги формуванню експериментальної компетентності у підготовці фахівців ЗФПО на основі стандартів спеціальностей та інтегративності знань. Крім цього, майже відсутня джерельна база з

використання демонстрацій, лабораторних та практичних робіт у навчанні здобувачів ЗФПО, не окреслено відмінність між ними та доцільність на різних етапах навчання.

У п. 2.3 згруповано в три блоки інтегративні курси фізики для спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт; 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка; 123 Комп'ютерна інженерія освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр» за критерієм кількості навчальних годин (Додаток Б). У ході аналізу вказаних освітніх програм, виходячи із акценту на діяльнісну сторону освітнього процесу, об'єктом діяльності студентів визначено конструкції, автоматизовані цифрові системи, машини, різного роду устаткування, механічні системи та комплекси, технології експлуатації та ремонту [20].

Тоді закономірно можна здійснити конкретизацію критеріїв формування системи лабораторних та практичних робіт інтегративного курсу фізики на основі аналізу компетентностей, вказаних у стандартах виокремлених спеціальностей, як здатність [246]:

- використовувати інформаційні, комунікаційні та цифрові технології у системі з інтегративним курсом фізики та технічних дисциплін, застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- аналізувати властивості матеріалів, механіку конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів фізики, природничих наук, математики в прикладній механіці, машинобудуванні, автомобільному транспорті;
- застосовувати в системі інтегративного курсу фізики, спецдисциплін комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення технологічних завдань означених спеціальностей;
- в ході виконання лабораторних робіт інтегративного курсу фізики забезпечувати розвиток просторового мислення й відтворення технологічних об'єктів, конструкцій, інструментів та механізмів верстатного і робототехнічного обладнання у вигляді проєкційних рішень, включаючи й

тривимірні геометричні моделі, автоматизоване керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорного.

Такий підхід відповідає принципу студентоцентрованого навчання, за яким на основі аналізу вимог стандартів визначено критерії відбору лабораторних робіт інтегративного курсу фізики, спрямованого на результати навчання.

Виходячи з аналізу досліджень [49; 124; 208; 217; 218; 237; 270] та узагальненого досвіду роботи викладачів у фахових коледжах інженерного спрямування [11; 207; 299] і визначених критеріїв стандартів, ми прийшли до висновку, що вибір системи лабораторних та практичних робіт для інтегративного курсу фізики для інженерних коледжів є логічно обґрунтованим.

Ми також скористалися результатами досліджень С. Бантюкової [9], Н. Заболотної, С. Костюк, І. Мусійчук [90] і виокремили науково-дослідний метод розв'язування інженерних задач, який базується на упорядкованому ітераційному процесі дії, що полягає у спіралеподібному русі обчислювальної діяльності. Ітераційний цикл складає число повторень дій аж до заданої точності оцінки виконання розрахунків [90] (рис. 2.4.9). Це вказується в алгоритмах у вигляді виконання умови виходу з циклу, збіжності ітераційного процесу і може також слугувати додатковим критерієм.

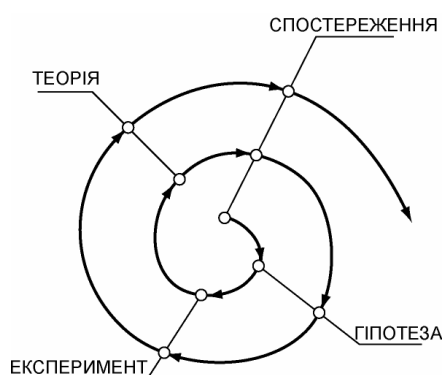


Рис. 2.4.9. Схема ітераційного процесу

Інтегративний підхід до формування системи лабораторних робіт з урахуванням критеріїв, теорії й практики технічних дисциплін та змісту

інтегративного курсу фізики для кожної групи спеціальностей забезпечується способами формування уявлень, особливо при віртуальних дослідах.

Також важливою складовою методики виконання лабораторних та практичних робіт інтегративного характеру є створення інженерних лабораторій, де краще формується психологічна готовність працювати у команді, що забезпечує ефективну співпрацю при виконанні студентами робіт.

Специфічним елементом інженерного спрямування лабораторних робіт є аналіз та обробка кінцевих результатів виконаних експериментів.

Оскільки інженери постійно працюють з обладнанням і матеріалами, існує зв'язок із підвищеними ризиками при виконанні дій, що викликає необхідність формування безпечних навичок при виконанні лабораторних та практичних робіт.

Використання сучасних технологій при виконанні лабораторних та практичних робіт сприяє забезпеченню привабливості до спеціальностей. Обираючи лабораторні та практичні роботи, які враховують визначені критерії, можна забезпечити ефективну підготовку майбутніх фахівців.

Створення системи лабораторних робіт інтегративного курсу фізики для інженерних коледжів є визначальним завданням в методиці навчання інтегративного курсу.

Крім визначеного, необхідно сформувати у здобувачів освіти специфіку мови інтегративних фізико-технічних задач, зокрема за допомогою аналізу ключових слів умови задачі, створити відповідну математичну модель ситуації, застосувати обґрунтовані методи моніторингу відповіді у загальній функції – формулі розв'язку задачі, продемонструвати зв'язки між поняттями інтегративного курсу фізики та поняттями спеціальних і технічних дисциплін, що входять до ОПП визначених спеціальностей.

Для реалізації виконаного дослідження та зроблених висновків доцільно створити модель експериментально зорієнтованого освітнього середовища (ОС), що впливає з інтегративних курсів фізики спеціальностей інженерного коледжу (рис. 2.4.10).



Рис. 2.4.10. Модель експериментально зорієнтованого освітнього середовища

[235]

Згідно з визначеною моделлю, експеримент з інтегративного курсу фізики у фахових коледжах може бути реалізований як в лабораторних умовах, де здобувачі працюють зі спеціальним лабораторним обладнанням, так і за допомогою інтерактивних симуляцій, що дозволяють відтворювати різноманітні фізичні явища з використанням персональних комп'ютерів, телефонів, планшетів. У процесі експерименту студенти мають змогу вимірювати, аналізувати результати та знаходити їх застосування в реальному житті та майбутній професійній діяльності.

Модель складається з 8 компонентів, до яких входять показники. До компонента «навчальний простір» віднесено лабораторії, оснащені відповідно до вимог стандарту обладнанням, меблями, робочими столами для проведення

навчально-дослідної роботи; зону для теоретичної підготовки студентів; зону із мультимедійними засобами: інтерактивна дошка, проектор, комп'ютери; зону для зберігання обладнання, витратних матеріалів, інструментів.

До компонента матеріально-технічного забезпечення віднесено обладнання для підготовки демонстрацій, лабораторних, практичних робіт: лазери, лінзи, призми, генератори, електродвигуни, вимірювальні прилади, обладнання для практичних робіт, комплекти для проведення механічних, електромагнітних, оптичних експериментів, сучасні цифрові вимірювальні пристрої, інтерактивні засоби навчання: віртуальні лабораторії та симулятори, програмне забезпечення для моделювання фізико-технічних процесів та ін.

Важливою складовою моделі є методичне забезпечення експериментального середовища: інструкції для виконання експериментальних робіт, посібники до лабораторних робіт із покроковими алгоритмами їх виконання, дидактичні матеріали та вказівки, презентації, відеоуроки, тематична література: підручники, посібники, журнали з фізики, техніки, спецдисциплін та ін. Інформаційні ресурси включають електронні бібліотеки, бази даних, наукові статті з фізики, техніки, спецдисциплін, онлайн-платформи для взаємодії між студентами та викладачами.

В ЗФПО готуються фахівці, що здатні забезпечити на основі, насамперед, інтегративного курсу фізики та спецдисциплін підготовку спеціалістів інженерної галузі, що вимагає педагогічного супроводу освітнього процесу. Тут мається на увазі наявність кураторів (майстрів), що забезпечують підготовку та проведення практичних і лабораторних занять, виконання проєктів зі студентами, допоміжного персоналу (асистентів) для підготовки обладнання та консультацій, особливо в позаурочний час. У нинішніх умовах не обійтися без інтерактивного супроводу, який покликаний забезпечити досвідчені викладачі педагоги-інженери для проведення тренінгів, майстер-класів, інтеграцію в експериментальну діяльність інноваційних методів навчання.

В умовах розвитку Soft та Hard Skills необхідною є соціальна складова, яка охоплює зони для спільної роботи для дискусій, обговорень результатів

експериментів; проєктні групи для виконання спільних наукових проєктів; комунікацію студент – викладач для участі в олімпіадах, конференціях, конкурсах тощо.

Особливості фізичного експерименту в освітньому процесі майбутніх фахівців інженерної галузі можуть включати як загальні вимоги до експерименту, так і конкретні вимоги, що стосуються майбутньої професійної діяльності. До загальних вимог можемо віднести безпечне середовище, дотримання правил техніки безпеки та правил проведення експерименту, аналіз результатів. До більш конкретних особливостей варто віднести використання точного обладнання, стимулювання учасників експерименту до самостійного виконання завдань, практичне застосування фізичного експерименту.

Будь-яка модель є життєздатною, коли вона забезпечена організаційними елементами: графік роботи лабораторій, гласний і узгоджений розклад практичних занять; забезпечення техніки безпеки через систематичні інструктажі, контроль за справністю обладнання, забезпечення безпечних умов роботи. Важливим елементом тут є наявність системи моніторингу результатів навчання, що впливає з принципу студентоцентрованого навчання.

В ході проведення педагогічного експерименту використання розробленої моделі експериментально зорієнтованого освітнього середовища сприяло підвищенню мотивації студентів до активного пізнання та практичного освоєння фізичних і технічних явищ (Додаток Д).

Реалізація розробленої моделі можлива за організації практико-студентоцентрованого навчання, сутність якого визначено в таблиці 2.4.1.

Таблиця 2.4.1.

Реалізація студентоцентрованого практико-зорієнтованого навчання в фаховому коледжі

Компетентність	Результат
Здатність бути критичним. Здатність вирішувати проблеми.	Студенти вчаться аналізувати інформацію, перевіряють точність результатів, аналізують власні результати та виправляють помилки
Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	Студенти набувають практичних вмінь та навичок

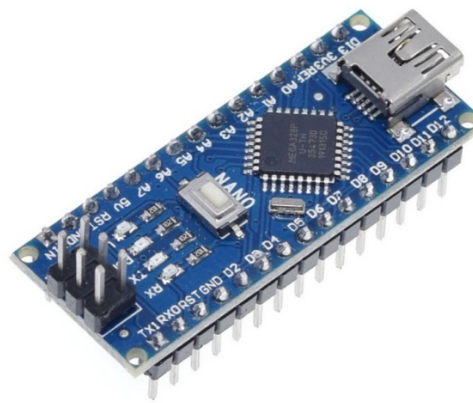
Компетентність	Результат
Здатність планувати та управляти часом	Студенти вчаться планувати власний час, щоб встигнути за відведений час завершити всі етапи виконання роботи
Здатність працювати в команді	Командна робота сприяє розвитку співпраці та комунікації.
Відданість безпеці	Студентам важливо дотримуватися правил безпеки під час виконання лабораторних робіт, що сприяє розвитку відповідальності.
Знання та розуміння предметної області та розуміння професії	Студенти отримують конкретні дослідницькі навички та знання, які можуть бути застосовані у реальній професійній діяльності.
Здатність до аналізу та синтезу	Виконання лабораторних робіт вимагає від студентів аналізу результатів експерименту, виявлення залежностей та обробки даних. Це сприяє розвитку аналітичних навичок.
Навички взаємодії, комунікація	Під час виконання лабораторних робіт студентам часто доводиться звітувати про свої дії, представляти результати та обговорювати їх з викладачами або однолітками. Це сприяє розвитку навичок комунікації.

Цифровізація освітнього процесу нині пов'язана із запровадженням новітніх електронних засобів, зокрема Arduino [<https://arduino.ua/>] як елементу у навчанні, що дає можливість обладнати інтегративного характеру фізико-технічну лабораторію, щоб забезпечити аналіз процесів фізико-технічного навчального експерименту [95].

Arduino – це апаратна обчислювальна платформа з основним елементом платою мікроконтролера, середовище розробки Processing/Wiring на мові програмування C/C++. Arduino як інструмент для експериментів поширено використовують у навчанні фізики. Досить ефективними, простими і поширенішими є Arduino UNO та Arduino Nano (рис. 2.4.11).



Arduino Uno



Arduino Nano

Рис. 2.4.11. Плати Arduino Uno та Arduino Nano

На основі експертної оцінки робочих навчальних програм (Додаток 3), досвіду роботи викладачів ЗФПО [11; 207; 299], ми прийшли до висновку про доцільність виділення до 10% навчального часу для проведення практичних, лабораторних робіт та виконання навчально-дослідних проєктів. У цьому зв'язку для спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт доцільно розробити 4-5 практичних робіт чи проєктів; для спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка – 9; для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія – 13-14.

Виходячи з визначених кількісних оцінок, ми розробили три системи практичних (лабораторних робіт), проєктів інтегративного курсу фізики, зорієнтованих на формування компетентностей інженерної галузі. Теми робіт визначалися з висновків експертизи робочих навчальних програм та компетентностей стандартів спеціальностей. Крім цього, ми розробили структурно-логічну схему організації виконання лабораторних (практичних) робіт (рис. 2.4.12).

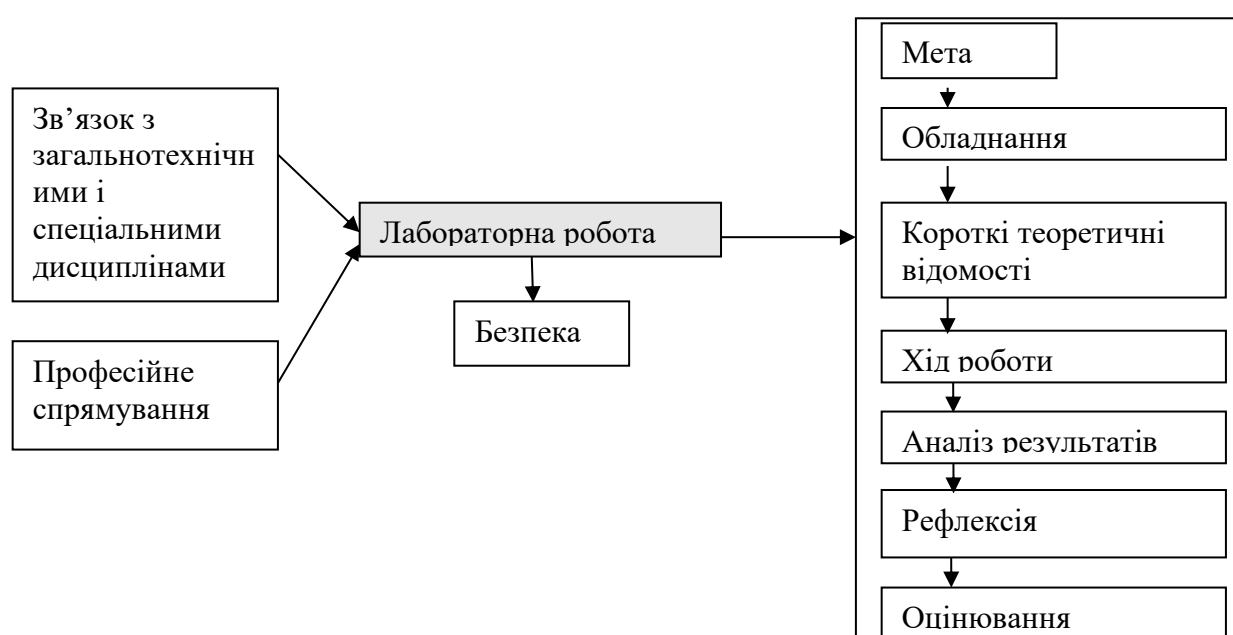


Рис. 2.4.12. Схема організації виконання лабораторних (практичних) робіт

Система лабораторних (практичних) робіт приведена в додатку Б. Вони мають інтегративний характер і органічно їх зміст входить у зміст спеціальних дисциплін (Додаток Б).

Зокрема, STEM-експеримент: Визначення коефіцієнта динамічної в'язкості моторного автомобільного мастила MCV Elf NF 5W-40.

Мета роботи: вивчити фізичні властивості моторного автомобільного мастила MCV Elf NF 5W-40, яке використовувалося при пробігу 5 тис км, 10 тис. км та щойно придбаного, визначити коефіцієнт динамічної в'язкості методом Стокса, ознайомитися з впливом температури на в'язкість мастила різного терміну експлуатації.

Обладнання та матеріали: 1) прилад Стокса; 2) маленькі кульки однакового діаметра з відомою густиною; 3) мікрометр; 4) масштабна лінійка; 5) секундомір; 6) моторне мастило MCV Elf NF 5W-40 (три набори різного терміну експлуатації); ваги; пірометр або термометр.

Короткі теоретичні відомості

Моторне мастило MCV Elf NF 5W-40 – синтетичне мастило з високими експлуатаційними характеристиками. Воно використовується у двигунах автомобілів марки DACIA, модель LOGAN та інших. Мастило без пробігу має щільність при 15°C (ASTM D 1298) 0,8526 г/см³; в'язкість при 40°C (ASTN D 445) 85,11 мм²/с; в'язкість при 100°C (ASTM 445) 14,05 мм²/с. Моторне мастило MCV Elf NF 5W-40 складається з базової оливи та пакету присадок. Базова олива забезпечує змащення деталей двигуна. Присадки покращують стабільність мастила при зміні температур. Завдяки цим компонентам мастило зменшує тертя, захищає двигун від зносу та забезпечує стабільну роботу в широкому діапазоні температур.

Для вимірювання в'язкості застосовуються різні методи, основними із яких є метод капілярного витікання, метод падаючої кульки (метод Стокса), ротаційний і вібраційний методи.

Метод Стокса є найбільш доцільним для визначення коефіцієнта в'язкості моторного мастила, оскільки не потребує складного обладнання, підходить для в'язких рідин, таких як моторне мастило та дозволяє визначити в'язкість у реальних умовах. Метод Стокса – ґрунтується на вимірюванні швидкості рівномірного руху тіла сферичної форми (наприклад, кульки) в досліджуваній рідині. **Прилад Стокса** – є скляною трубкою, що запаяна знизу. Трубка заповнена рідиною. На скляній трубці нанесені дві рисочки, між якими вважаємо, що кулька, падає рівномірно (рис. 2.4.13).

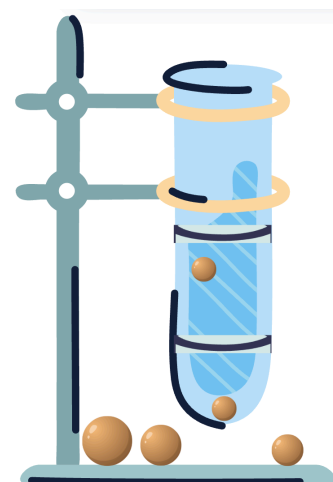


Рис. 2.4.13. Прилад Стокса

Метод Стокса заснований на дослідженні падіння кульки радіусу R в рідині, поміщеній в циліндричну скляну посудину. Через деякий час після падіння рух кульки стає рівномірним. Це свідчить про те, що сили, які на неї діяли, врівноважились. За законом Стокса сила в'язкості рідини F пропорційна коефіцієнту в'язкості η , радіусу кульок у мастилі і швидкості їх руху v :

Коефіцієнт динамічної в'язкості – це фізична величина, яка чисельно дорівнює силі внутрішнього тертя F , що виникає на кожній одиниці площі дотику двох шарів S , які рухаються один відносно іншого з градієнтом швидкості $\frac{\Delta v}{\Delta z} = 1$.

Коефіцієнт в'язкості рідини залежить від природи рідини і для досліджуваної в даній роботі рідини з підвищенням температури зменшується.

В'язкість рідини зумовлена рухливістю окремих молекул або атомів. Для газів внутрішнє тертя є результатом перенесення імпульсу хаотичним рухом молекул. Щодо рідин поняття імпульсу навіть при наближеному розгляді втрачає сенс, бо він дуже змінюється у зв'язку з коливанням молекул рідини відносно рівноважних положень.

Динамічна в'язкість визначається за формулою: $\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2(\rho_k - \rho_m)g}{v}$

(1)

де: r - радіус кульки, ρ_k – густина матеріалу кульки, ρ_m – густина мастила, g – прискорення вільного падіння, v – швидкість руху кульки.

Хід експерименту.

1. Налийте щойно придбане мастило MCV Elf NF 5W-40 у посудину.
2. Виміряйте температуру мастила.
3. Запишіть значення густини кульок.
4. Виміряйте діаметр кульок за допомогою мікрометра або штангенциркуля, обчисліть радіус (r).
5. Опустіть кульку у мастило й зафіксуйте час проходження певної відстані l кулькою.
6. Обчисліть швидкість кульки за формулою: $v = \frac{l}{t}$, де t – час.
7. Підставте отримані значення у формулу (1).
8. Нагрівайте мастило до 40 °С, потім до 60 °С і двічі повторіть вимірювання.
9. Порівняйте значення η при різних температурах.
10. Повторіть п. 1-10 для мастила при пробігу 5 тис км та 10 тис. км.
11. Заповніть таблицю:

Температура, °С	Густина мастила, ρ_m кг/м³	Швидкість кульки v , м/с	Коефіцієнт в'язкості, η , Па·с

11. Зробіть висновки: як змінюється в'язкість мастила залежно від температури, як змінюється в'язкість мастила залежно від пробігу, як зміна в'язкості впливає на змащувальні властивості мастила, як забруднення мастила впливає на роботу двигуна, чому необхідно своєчасно замінювати мастило, як якість мастила впливає на довговічність двигуна.

Практична робота: Порівняння характеристик LiFePO₄ та свинцево-кислотного акумуляторів.

Мета роботи: Ознайомитися з характеристиками літій-залізо-фосфатного (LiFePO_4) та свинцево-кислотного акумуляторів, та провести порівняльний аналіз їхніх параметрів.

Обладнання та матеріали: акумулятор LogicPower LiFePO_4 6V - 5 Ah, свинцево-кислотний акумулятор SSB Battery SB4-6-AS, мультиметр, лабораторний блок живлення WZ3605E, реостат, з'єднувальні дроти.

Короткі теоретичні відомості

Акумулятори є основними джерелами живлення у багатьох системах. Літій-залізо-фосфатні акумулятори (LiFePO_4) відрізняються високою стабільністю, довговічністю та безпечністю в експлуатації. Вони мають більш високий ККД заряд-розряд, стабільну напругу під час роботи та більшу кількість циклів заряду-розряду порівняно зі свинцево-кислотними.

LiFePO_4 -акумулятори використовуються у приводах мобільної техніки, робототехніки та автоматизованих виробничих ліній, для живлення механізованих інструментів та систем автоматизації. Також використовуються як резервні джерела живлення для забезпечення безперебійної роботи верстатів та автоматизованих ліній. У електромобілях та гібридних автомобілях LiFePO_4 -акумулятори використовуються як основне джерело живлення. Свинцево-кислотні акумулятори використовуються у транспорті, резервному живленні та інших галузях завдяки простоті конструкції та низькій вартості. Проте вони мають нижчу енергетичну щільність, меншу кількість циклів і більшу схильність до втрати ємності.

Основними характеристики для аналізу акумуляторів є номінальна напруга $U_{\text{ном}}$ (див. технічні характеристики), ємність акумуляторів C вимірюється в ампер-годинах і визначає загальну кількість енергії, що може бути віддана за певний час (див. технічні характеристики), питомий енергетичний вміст, ККД заряд-розряд, циклічна довговічність.

Хід роботи:

1. Зарядіть обидва акумулятори до номінальної напруги, згідно з технічними паспортами

2. Підключіть обидва акумулятори до мультиметра та лабораторного блоку живлення. Виміряйте напругу акумуляторів без навантаження. Запишіть результати у таблицю

3. Підключіть реостат до акумулятора. Встановіть струм навантаження 2 А. Вимірюйте напругу на клеммах акумулятора через кожні 5 хвилин до досягнення нижньої межі робочої напруги (див. технічні характеристики). Повторіть для іншого акумулятора.

4. Зарядіть акумулятор після розрядження та виміряйте спожиту енергію ($E_{\text{заряд}}$). Порівняйте з енергією, отриманою під час розрядження ($E_{\text{розряд}}$). Розрахуйте ККД (η)

$$E_{\text{заряд}} = U_{\text{заряд}} \cdot I_{\text{заряд}} \cdot t_{\text{заряд}}$$

$$E_{\text{розряд}} = U_{\text{розряд}} \cdot I_{\text{розряд}} \cdot t_{\text{розряд}}$$

де t – час розряду/розряду.

$$\eta = \frac{E_{\text{розряд}}}{E_{\text{заряд}}} \cdot 100\%$$

5. Зважте кожен акумулятор. Розрахуйте питомий енергетичний вміст за формулою: $\omega = \frac{CU_{\text{ном}}}{m}$

де m – маса акумулятора, ω – питомий енергетичний вміст (Вт·год/кг),

6. Ознайомтеся з паспортними даними щодо кількості циклів заряду-розряду кожного акумулятора.

7. Запишіть результати в таблицю:

Характеристика	LiFePO ₄	Свинцево-кислотний
Номінальна напруга (В)		
Ємність (Ah)		
Енергоефективність (η , %)		
Питомий енергетичний вміст (Вт·год/кг)		
Циклічна довговічність		
Маса (кг)		

8. Побудуйте графіки залежності напруги від часу для обох акумуляторів.

9. Зробіть висновок, визначте, який акумулятор краще підходить для застосувань у вашій галузі.

Наступна лабораторна робота «Вимірювання відстаней за допомогою ультразвукового датчика» є важливою для виконання студентами багатьох інженерних спеціальностей, зокрема 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 123 Комп'ютерна інженерія, 274 Автомобільний транспорт, оскільки вона дозволяє засвоїти основи використання ультразвукових технологій. Ультразвукові датчики активно використовуються для: контролю положення деталей і точного позиціонування механізмів, вимірювання рівня рідини, в навігаційних системах автономних роботів, в паркувальних системах та для діагностики дефектів деталей.

Лабораторна робота: «Вимірювання відстаней за допомогою ультразвукового датчика».

Мета: Ознайомитись з будовою та навчитися використовувати ультразвуковий датчик для вимірювання відстаней.

Обладнання та матеріали: ультразвуковий датчик відстані HC-SR04; плата Arduino, ПК, стрічка для вимірювання відстані, провідники, breadboard, програма, яка керуватиме роботою мікроконтролера.

Короткі теоретичні відомості

Ультразвуковий датчик відстані – модуль HC-SR04 використовує акустичне випромінювання для визначення відстані до об'єкта (рис. 2.4.14,а). Цей пристрій генерує звукові імпульси на частоті 40 кГц і реєструє їхнє відлуння. Знаючи час, необхідний для руху звукової хвилі туди та назад, можна точно визначити відстань до об'єкта. Цей принцип також використовується в різних пристроях для обстеження простору, таких як ехолот, сонар, радіолокатор і навіть поліцейський радар для вимірювання швидкості автомобіля. Усі ці пристрої випромінюють ультразвукову хвилю та отримують відбитий сигнал. Діапазон вимірювань – до 4 м. На показники датчика практично не впливають сонячне випромінювання і електромагнітні шуми. Відстань розраховується виходячи з часу до отримання луни і швидкості звуку в повітрі.



Рис.2.4.14, а. Загальний вигляд датчика HC-SR04

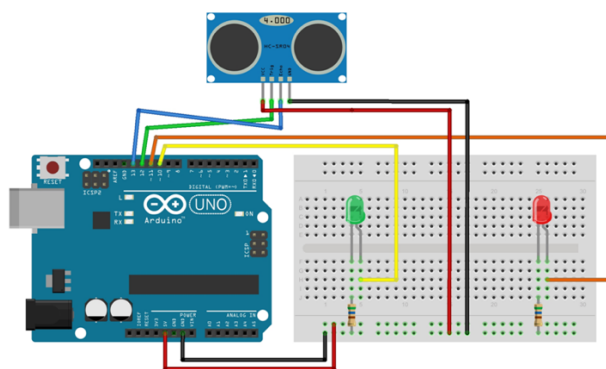


Рис. 2.4.14, б. Схема підключення датчика HC-SR04 до плати Arduino (Додаток Н)

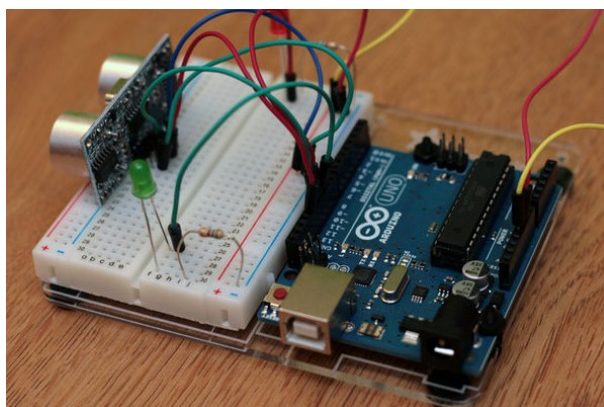


Рис. 2.4.14, в. Схема підключення датчика HC-SR04 до плати Arduino

Рис.2.4.14. Датчик HC-SR04

Хід роботи

1. Ознайомтесь з теоретичними відомостями.
2. Запустіть на комп'ютері середовище розробки Arduino.
3. Підготуйте необхідні компоненти схеми.
4. Підключіть ультразвуковий датчик HC-SR04 до мікроконтролера Arduino, використовуючи дріт та резистори (2.4.14, в) згідно схеми (2.4.14, б).
5. Прикріпіть світлодіод для відображення результатів
6. Запустіть програму на ПК і виміряйте час між відправленим ультразвуковим сигналом та отриманням його відлунням.
7. Виміряйте температуру приміщення і встановіть за таблицею швидкість звуку $v_{зв}$.

8. Визначте відстань за формулою: $l = \frac{t}{2} \cdot v_{зв}$, де t – час, необхідний для руху звукової хвилі туди та назад на швидкості $v_{зв}$.
9. Повторіть експеримент для різних відстанях (врахувавши, що максимальна відстань має становити 4 м).
10. Спостерігайте за виведенням відстаней у консоль Arduino та світлодіодом.
11. Результати експериментів занесіть у таблицю.
12. Перевірте точність вимірювань на різних відстанях ($l_{реальне}$)
13. Зробіть висновки.

Таблиця результатів:

№ з/п	$v_{зв}$, м/с	t , с	$l_{експ}$, м	$l_{реальне}$, м

Робота з мережами Wi-Fi та аналіз впливу перешкод на сигнал пов'язана з розробкою та налаштуванням бездротових мереж і технологій передачі даних. А вивчення впливу різних матеріалів на радіосигнал (метал, скло, вода) з урахуванням реальних технологічних процесів, важливо при розробці та проектуванні пристроїв. Вивчення перешкод Wi-Fi сигналу актуальне в системах навігації та зв'язку для пояснення як перешкоди можуть впливати на якість з'єднань та безпеку передачі даних через бездротові мережі. Наступна практична робота дозволяє студентам зрозуміти технологічні аспекти роботи Wi-Fi сигналу, з застосуванням знань з матеріалознавства та комп'ютерних наук.

STEM-експеримент: «Вивчення впливу перешкод на радіосигнал Wi-Fi роутера»

Мета: розглянути причини, що впливають роботу на сигнал Wi-Fi.

Обладнання та матеріали: Wi-Fi роутер, смартфон для моніторингу сигналу, застосунок wi fi analyzer, різні об'єкти для експерименту: металеві предмети, дерево, скло, вода, людина.

Короткі теоретичні відомості

Радіосигнали між Wi-Fi-пристроями можуть частково або повністю втрачатися через різні перешкоди, зокрема стіни, стелі, меблі, металеві двері тощо, які відбивають або поглинають хвилі.

У районах із багатоповерховими будівлями основною причиною ослаблення сигналу є архітектурні конструкції. Матеріали, такі як бетон із арматурою, листовий метал, штукатурка та сталеві каркаси, негативно впливають на якість з'єднання Wi-Fi.

Всередині приміщень на сигнал також можуть впливати дзеркала, тоновані вікна та навіть тварини і люди, оскільки при проходженні крізь тіла сигнали помітно слабшають.

Хід роботи

Увімкніть Wi-Fi роутер. Виміряйте якість сигналу на початку експерименту.

Розмістіть металеву коробку на шляху сигналу. Виміряйте та запишіть зміни у якості сигналу.

Розмістіть по черзі дзеркало, скло та банку з водою на шляху сигналу. Виміряйте та запишіть вплив цих об'єктів на якість сигналу.

Поставте перед роутером людину. Виміряйте та проаналізуйте результати.

Зробіть висновки щодо впливу різних перешкод на якість та стабільність Wi-Fi сигналу.

Фізичний онлайн експеримент може бути проведений за допомогою різних веб-платформ і програм, що дозволяють відтворювати різні фізичні явища та проводити дослідження в онлайн-режимі, за допомогою анімацій та симуляцій фізичних процесів. Приклади таких платформ, що застосовувались і застосовуються автором на заняттях фізики і астрономії представлені у додатку Н.

Особливості фізичного онлайн експерименту полягають у тому, що студенти можуть досліджувати фізичні явища та проводити експерименти, не

виходячи з дому, що є особливо зручним у випадках, коли необхідно забезпечити дистанційне навчання. Крім того, такі експерименти часто містять відео- та аудіозаписи, що дозволяють студентам краще зрозуміти фізичні явища та провести якісний аналіз отриманих результатів.

Фронтальні лабораторні роботи дають викладачу можливість вчасно та швидко керувати діяльністю студентів, контролювати хід виконання роботи на кожному її етапі [10; 19].

На нашу думку, інтегративний курс фізики має містити лабораторні роботи, що ляжуть в основу вивчення предметів загальнотехнічного курсу та спеціального курсу для студентів інженерних спеціальностей фахових інженерних коледжів.

Для встановлення зв'язку з загальнотехнічними та спеціальними дисциплінами та для забезпечення професійних навичок інженерного фахівця нами розроблено ряд лабораторних робіт, спрямованих на розвиток практичних навичок. Зазначимо, що за ряду умов не всі лабораторні роботи можуть бути виконані у лабораторіях. У таких випадках варто використовувати спеціальні комп'ютерні програмні засоби, віртуальні лабораторії та симуляції [14; 21; 27].

При організації даних лабораторних робіт слід враховувати наступні умови (рис. 2.4.7):

- Чітко визначте мету лабораторної роботи.
- Забезпечте необхідне обладнання та матеріали заздалегідь та переконайтеся, що студенти ознайомлені з теоретичним матеріалом перед проведенням лабораторної роботи.
- Наголошуйте на правилах безпеки.
- Надайте чіткі інструкції та слідкуйте за виконанням.
- Здійсніть аналіз отриманих даних та порівняйте їх з теоретичними очікуваннями.
- Забезпечте зворотний зв'язок для поліпшення освітнього процесу.
- Оцініть якість виконання.

Створена система лабораторних робіт апробована в ході педагогічного експерименту і показала свою ефективність (Додаток Д).

Висновки до другого розділу

Розглянуто і проаналізовано методи навчання інтегративного курсу фізики ОПП «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, «Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем» – 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, «Інструментальне виробництво та Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів» – 131 Прикладна механіка, «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях» – 133 Галузеве машинобудування та «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів» – 274 Автомобільний транспорт.

Вперше введено поняття інтегративного курсу фізики у ЗФПО як курсу, що зосереджений на застосуванні фізичних принципів і законів, понять, теорій, що забезпечують відповідними знаннями розробку нових технологій, вирішення інженерних завдань, оптимізацію процесів. Специфіка інтегративного курсу фізики в інженерних коледжах полягає у практичній спрямованості для вивчення профільюючих дисциплін.

Окреслено основні засади методики навчання інтегративного курсу фізики закладів фахової передвищої освіти [12; 30; 210].

На підставі навчання інтегративного курсу фізики, окреслених завдань, засад, цілей методики навчання інтегративного курсу фізики, визначених основ змісту методики навчання інтегративного курсу фізики, вперше сформовано три робочі програми навчальних дисциплін інтегративних курсів фізики згідно з ОПП.

Окреслено професійні компетентності, що формують повноцінного інженера, спроможного ефективно працювати у технічній галузі та вносити важливий вклад у розвиток і вдосконалення технічних рішень [14; 27].

Розглянули модель та структуру освітнього середовища інженерного коледжу як комплексну систему, що спрямована на підготовку студентів до

професійної діяльності в інженерній галузі. Освітнє середовище інженерного коледжу повинно враховувати специфіку інженерної освіти та відповідати вимогам сучасного технологічного світу. Встановили, що підвищення рівня активізації розумової діяльності забезпечується за умови впровадження ефективних мотиваційних навчальних дій, які полягають у поетапному формуванні розумових дій здобувачів.

Таким чином, ми обґрунтували і окреслили змістово-мотивуючу компоненту інтегративного курсу фізики для формування предметних та фахових компетентностей здобувачів у закладах фахової передвищої освіти інженерного профілю.

Вперше проаналізовано методичні особливості застосування практико-орієнтованих задач у ЗФПО інженерного спрямування. Розроблено системи задач та лабораторних робіт інтегративного курсу для фахових молодших бакалаврів інженерних коледжів [16; 19; 20; 22; 27].

Встановлено, що застосування розробленої методики навчання інтегративного курсу фізики у інженерних закладах фахової передвищої освіти через розв'язування професійно орієнтованих фізичних задач та виконання професійно спрямованих лабораторних робіт сприяє формуванню конкурентоспроможного фахівця у інженерній галузі. При розв'язуванні задач та виконанні лабораторних робіт формуються потрібні майбутньому інженерному фахівцю ключові та спеціальні компетентності, навички професійної діяльності [13; 17; 25; 27; 30; 75].

Таким чином, сформована система задач та лабораторних робіт у інтегративному курсі фізики ЗФПО інженерного спрямування забезпечує супровід вивчення тем згідно з робочими навчальними програмами для кожної ОПП [29].

Розділ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ІНТЕГРАТИВНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

3.1. Організація педагогічного експерименту

У дослідженнях з методики навчання фізики сформовані результати мають бути експериментально перевірені. Для перевірки ефективності розробленої методики професійно спрямованого навчання інтегративних курсів фізики інженерних спеціальностей у закладах фахової передвищої освіти, розроблених теоретичних положень та практичних наробок з формування робочих навчальних програм, інтегративних курсів фізики спеціальностей, нами проведено педагогічний експеримент. Під час його планування та організації ми опиралися на теоретичні засади експериментальних досліджень у психолого-педагогічному спрямуванні [60] і виокремили три етапи педагогічного експерименту: 1) констатувальний; 2) формувальний; 3) експериментальний (рис. 3.1.1).

До основних завдань педагогічного експерименту віднесено:

- Довести необхідність формування дидактичної системи навчання інтегративного курсу фізики, який спроможний забезпечити професійну спрямованість використання понять, явищ, процесів, суджень, теорій для якісного засвоєння навчальних дисциплін в ЗФПО інженерної галузі та створення методичного забезпечення на основі системного підходу та цифрових технологій.

- Перевірити ефективність розроблених навчальних робочих програм інтегративного курсу фізики спеціальностей 123 Комп'ютерна інженерія, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування та 274 Автомобільний транспорт через їх експертну оцінку та результативність при використанні в педагогічній практиці; систему лабораторних (практичних) робіт, систему навчально-дослідних задач та проєктів.

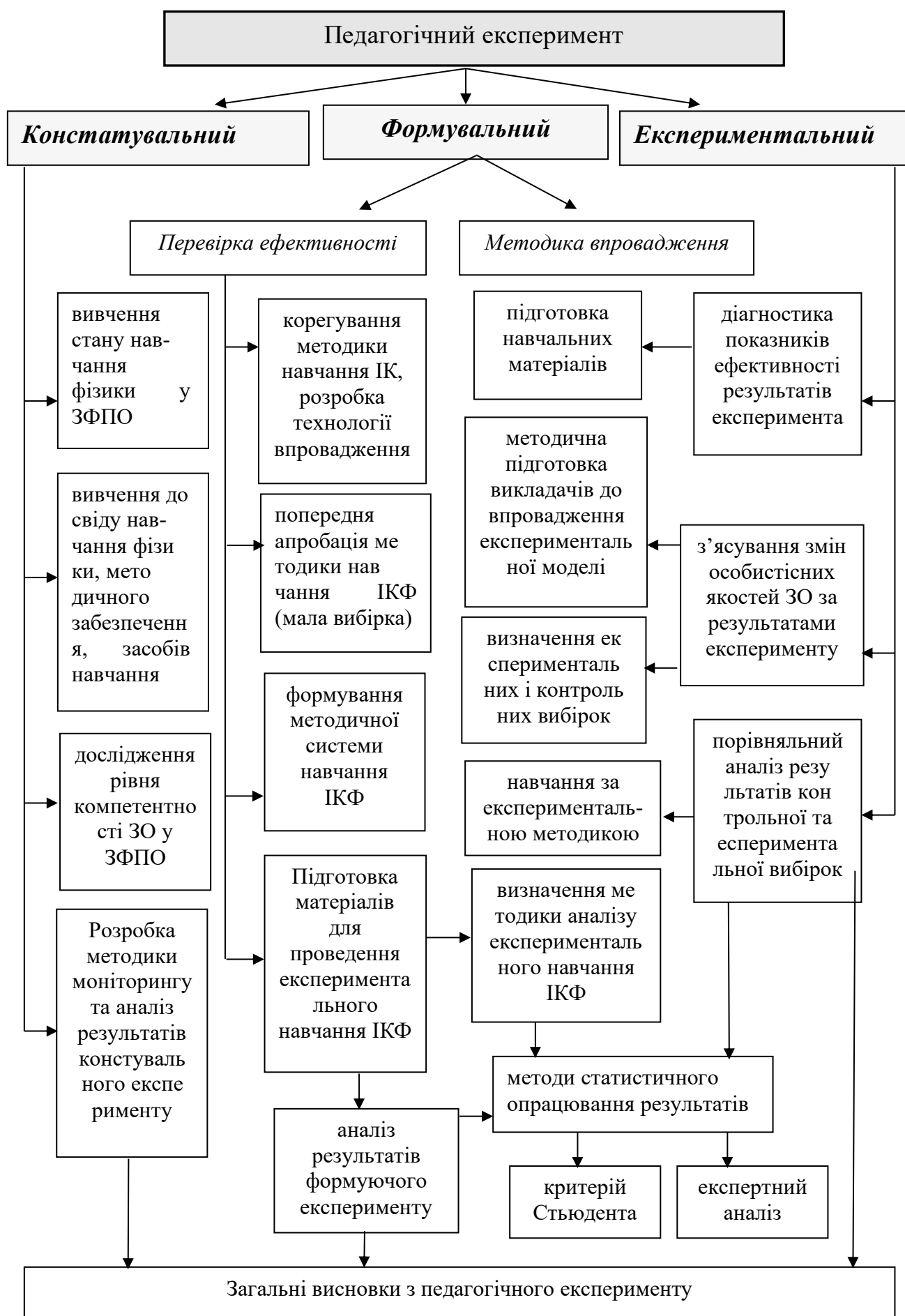


Рис. 3.1.1. Структура педагогічного експерименту

- З'ясувати, які змін відбулися за результатами моніторингу компетентностей здобувачів освіти в їх особистісних якостях: професійна спрямованість, мотивація, проблемне бачення, самоаналіз, комунікативність, самостійність, творчість та ін. Компетентності здобувачів освіти досліджувались за рівнями розумової активності з використанням парадигми навчання спрямованої на результат.

У дослідженні застосовувалися наступні методи: аналіз та узагальнення педагогічного досвіду, спостереження, анкетування, тестування, експертні оцінки, діагностичні контрольні роботи та інші. У процесі педагогічного експерименту здійснювався аналіз отриманих результатів, їх класифікація та систематизація з використанням методів математичної статистики [53; 113].

Дослідження структури інтегративного курсу фізики виконано на основі аналізу стандартів ФПО, освітньо-професійних програм, робочих навчальних планів і програм з фізики закладів фахової передвищої освіти інженерної галузі [146; 184; 245–250] та з урахуванням потреб і запитів роботодавців у сфері інженерії.

Констатувальний експеримент проводився у 2019 – 2020 рр:

- опрацьовано психолого-педагогічну, методичну та спеціальну літературу з метою визначення стану досліджуваної проблеми;
- вивчено структуру, призначення та стан навчання фізики (не загальноосвітнього курсу) у ЗФПО;
- вивчено досвід навчання фізики (загальноосвітнього та спеціального) у ЗФПО, їх методичне забезпечення та засоби навчання;
- досліджено стан сформованості спільних професійних компетентностей в ході навчання фізики та спецдисциплін;
- узагальнено власний досвід роботи викладачем (з 2011 року) та досвід викладачів Пташко О.О., Малішевської О.В., Войченко В.С.;
- розроблено методику організації та проведення моніторингу та технології аналізу результатів констатувального експерименту.

Констатуючий етап передбачав виділення системи елементів знань з фізики (спеціального) для навчання студентів згідно з діючими програмами [279; 284] та згідно з робочими навчальними програмами загальнотехнічних та спецдисциплін ЗФПО інженерного спрямування.

Для визначення вибірки здобувачів освіти для залучення до педагогічного експерименту використано критерій Стюдента, об'єм вибірки визначався за методикою П. Воловика [53], С. Сисоєвої [225].

До констатуючого експерименту було залучено 385 студентів з ВСП «Кропивницький інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету», Київського механіко-технологічного фахового коледжу, ДНЗ «Тернопільський центр професійно-технічної освіти», ВСП «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя», ВСП «Гірничо-електромеханічний фаховий коледж Криворізького національного університету», ВСП «Світловодський політехнічний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету». Групи добиралися таким чином, щоб вони найбільшою мірою відповідали умовам проведення педагогічного експерименту (належний стан матеріальної бази кабінетів фізики, лабораторій, майстерень), середня наповнюваність однієї групи – 20 студентів.

На основі методів системного аналізу та формалізації змісту навчання фізики нами було виділено 137 елементів знань для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія (116 студентів); 127 елементів знань для спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка (94 студенти); 102 елементи знань для спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт (175 студентів) (табл. 3.1.2 – 3.1.3).

Рівні сформованості знань студентів оцінювались згідно критеріїв – початковий, середній, достатній, високий (таб.3.1.1).

Таблиця 3.1.1.

Критерій оцінювання рівня навчальних досягнень

Рівень навчальних досягнень	Критерій оцінювання	Навчальні досягнення
Високий	Студент вільно володіє матеріалом курсу, включаючи теоретичні знання та практичні уміння. Демонструє обізнаність у міжгалузевих питаннях, користується додатковими джерелами інформації.	Знання систематизовані, узагальнені. - Завдання виконуються правильно, аргументовано, із самостійним пошуком рішень
Достатній	Студент допускає окремі помилки, володіє матеріалом на рівні, достатньому для практичного застосування.	- Знання основних понять і принципів засвоєні. - Завдання виконуються переважно правильно з мінімальною допомогою
Середній	Студент погано засвоює теоретичні знання, неправильно трактує (або вживає) поняття, терміни, категорії; невірно послуговувався уміннями і навичками прикладного характеру	- Розуміння матеріалу часткове. - Завдання виконуються з помилками, але із можливістю їх виправлення після підказки
Початковий	Студент демонструє фрагментарне знання матеріалу, не володіє необхідними практичними уміннями і навичками, значні труднощі у виконанні завдань	- Знання матеріалу поверхневе, окремі елементи не пов'язані між собою. - Результати виконання завдань мінімальні або помилкові.

Приведені результати констатувального експерименту за трьома групами спеціальностей (Додаток В), де вивчаються інтегративні курси фізики, в цілому показали рівень знань, умінь та навичок, який коливається навколо узагальненого коефіцієнта засвоєння цих показників в околі 27,76%. Фактично дві третини здобувачів освіти не володіють предметними компетентностями, які б задовольняли реальний ринок.

Узагальнені результати констатувального експерименту, приведені у таблиці 3.1.2, свідчать, що найбільш високий коефіцієнт засвоєння знань властивий їх початковому рівню і поступово спадає через середній та достатній рівень до високого, який коливається в межах коефіцієнта засвоєння в 10%.

Таблиця 3.1.2

**Узагальнені рівні компетентностей за результатами
констатувального експерименту**

Узагальнені рівні компетентностей	Спеціальності	Узагальнені коефіцієнти засвоєння знань
Початковий	123 Комп'ютерна інженерія	42,75
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	37,81
	131 Прикладна механіка та ін.	34,91
Середній	123 Комп'ютерна інженерія	25,52
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	26,11
	131 Прикладна механіка та ін.	30,70
Достатній	123 Комп'ютерна інженерія	22,34
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	27,42
	131 Прикладна механіка та ін.	24,34
Високий	123 Комп'ютерна інженерія	9,32
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	8,66
	131 Прикладна механіка та ін.	9,55
Разом	123 Комп'ютерна інженерія	25,66
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	27,51
	131 Прикладна механіка та ін.	27,76

Виходячи з результатів констатувального експерименту (Додаток В) для подальшого аналізу, ми згрупували частину показників, яким властиві визначені в методичній системі навчання інтегративних курсів фізики компоненти: уміння, навички, знання, цінності, застосування, демонструвати, обчислити, знайти, передбачити, виявити, перетворити, використати, модифікувати, змінити, вибрати, організувати, оцінити, завершити, планувати, розробити, і визначили відсоткове їх значення (таблиця 3.1.3), виходячи з загальної вибірки 385 здобувачів освіти.

Таблиця 3.1.3

**Показники за групами компетентностей констатувального експерименту
(у відсотках)**

Знання, уміння /у відсотках	Демонструвати	Обчислити	Знайти	Передбачити	Виявити	Перетворити	Використати	Модифікувати	Змінити	Вибрати	Організувати	Оцінити	Завершити	Планувати	Розробити
27,76	22	57	62	24	27	37	64	17	15	29	16	12	42	19	22

Виходячи з таблиці 3.1.3, підтверджена необхідність щодо включення до методики навчання інтегративних курсів фізики для інженерних коледжів вказаних показників та врахування їх при формуванні компонентів структурно-функціональної моделі концепції розвитку методичної системи навчання у ЗФПО інтегративного курсу фізики та технічних дисциплін ЗФПО.

Отже, одержані результати констатувального експерименту дали змогу підтвердити доцільність розробки структурно-функціональної моделі концепції розвитку методичної системи навчання у ЗФПО інтегративного курсу фізики та технічних дисциплін ЗФПО (рис. 2.1.2), яка складається з компонентів: мотиваційного, цільового, змістово-операційного, процесуально-діяльнісного, діагностичного.

Результати аналізу констатувального експерименту дали можливість зробити висновки про невідповідність результату підготовки конкурентоспроможного фахівця коледжу та традиційної системи знань з фізики.

За результатами констатуючого експерименту зроблені такі висновки:

1. Узагальнені результати компетентностей по кожній групі спеціальностей свідчать про необхідність створення нової структури та побудови змісту понять, явищ, навичок професійно спрямованого курсу фізики, який названо інтегративним курсом фізики для кожної групи спеціальностей (див. теоретичне обґрунтування, параграфи 1.1, 1.2), яка забезпечить здатність фахівця продемонструвати практичний результат упровадження його у виробництво.

2. Виявлена традиційна методика навчання фізики, яка ґрунтується на знаннєвій парадигмі, що суперечить визнаній в Україні парадигмі, орієнтованій на результат навчання за студентоцентричного принципу.

3. Виявлено нерівномірність й певну диспропорцію у змісті ОП спеціальностей 123 Комп'ютерна інженерія, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт, та запропоновано усунути її на основі оновлення засад чотириєдиного підходу: гармонізація, компетентності, студентоцентризм, результати навчання за моделлю методологічного, теоретичного та методичного концептів забезпечення змісту та структури інтегративного курсу фізики.

4. Виявлено позитивний вплив на якість навчання фізики внаслідок реформування коледжів у відокремлені підрозділи у структурі ННВК, що відкриває можливості здійснювати інтеграцію робочих навчальних програм, виокремити фундаментальні інтегративні навчальні предмети, однією з визначальних серед них є інтегративний курс фізики.

5. Потребують узагальнення й оновлення традиційні та інноваційні методи навчання для формування методичних засад та методики інтегративних курсів фізики та спецдисциплін, що є умовою гармонізації формування професійних компетентностей та досягнення кінцевого результату навчання.

6. Виявлено практично відсутність системи задач та демонстрацій для професійно спрямованого інтегративного курсу фізики, як складових відповідного освітнього середовища.

7. Виявлено відсутність наскрізного впровадження професійно зорієнтованих знань, умінь, навичок курсу фізики в процес навчання спецдисциплін, як стрижня випереджаючої освіти, що забезпечує формування компетентностей фахівців, здатних креативно мислити.

8. Виявлено, що елементи знань, які мають у своєму поясненні зв'язки з загальнотехнічними і спеціальними дисциплінами, засвоюються студентами недостатньо (Додаток В).

9. При викладенні навчального матеріалу з фізики вчителі мало приділяють уваги професійному спрямуванню знань як на рівні теорії, так і на рівні практики.

10. Виявлено недостатній рівень організації самостійної роботи студентів. 59% студентів мало вмотивовані до самостійного опрацювання навчального матеріалу (Додаток И).

З метою проведення коректив у системі знань, умінь та навичок, створення відповідних матеріалів для експериментального навчання тощо у 2020-2021 роках проводився формувальний експеримент. Він проходив у два етапи: пошуковий і етап впровадження розробленої методики професійно спрямованого навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти (рис. 3.1).

На пошуковому етапі дослідження на основі результатів констатувального експерименту розроблено та апробовано елементи моделі професійно спрямованого навчання інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти, розроблено методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт [20], збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту [19], програми з інтегративного курсу фізики (Додаток Б).

На етапі впровадження здійснено підготовку вчителів до навчання інтегративного курсу фізики за розробленою нами методикою; дібрано експериментальні та контрольні групи (762 студенти); проведено комплексний педагогічний експеримент, у процесі якого встановлено доцільність запропонованої методики професійно спрямованого навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти.

В результаті нами було виділено уточнену множину понять за програмами спеціальностей 123 Комп'ютерна інженерія, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт (Додаток Д.1), які є основою вивчення інтегративного курсу фізики (Додаток В). Оцінювались показники знань процесуально-діяльнісної, цільової, мотиваційної та діагностичної компонент методичної системи (табл. 3.1.2), (Додатки Д.2 – Д.4).

3.2. Результати педагогічного експерименту

На третьому експериментальному етапі (2022-2024 рр.) педагогічного експерименту досліджено якісні та кількісні показники, які вимірювалися через поелементний аналіз розв'язків задач, виконання лабораторних (практичних) робіт інтегративних курсів фізики, отриманих в результаті тестування здобувачів освіти, спостереження за освітнім процесом у ЗФПО та проведення співбесід з ними. Отримані результати мають певні похибки, викликані ймовірнісним їх характером. Відповідно введено статистичного характеру параметри. С. Гончаренко, С. Сисоєва [60; 225] під коректністю педагогічного дослідження ставили відповідність його числовим характеристикам. Здійснюючи вибір способів вимірювання результатів, ми орієнтувалися на об'єктивність (максимальна стандартизація), надійність методу вимірювання (стійкість при повторюванні вимірювання) та валідність. Проведений педагогічний експеримент проводився згідно з визначеними умовами. Підрахунки здійснювалися з використанням програмного забезпечення EXCEL. Комп'ютерні презентації створювалися засобами POWER POINT та у формі таблиць, графіків і діаграм. Контрольні групи налічували 380 студентів:

- 116 студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія;
- 94 студентів спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка;
- 170 студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт;

До експериментальних груп входило 382 студентів:

- 120 студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія;
- 98 студентів спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка;
- 164 студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування та 274 Автомобільний транспорт;

Результати педагогічного експерименту з'ясовувалися за результатами експериментального навчання інтегративних курсів фізики з використанням розроблених матеріалів: робочих навчальних програм інтегративних курсів фізики, методичних рекомендацій, системи задач, лабораторних і практичних робіт професійного спрямування, методичних матеріалів зв'язків з загальнотехнічними та фаховими дисциплінами (Додатки Д, М).

Було якісно та кількісно проаналізовано компоненти та показники моделі методичної системи професійно орієнтованого навчання інтегративного курсу фізики з урахуванням виявлених нерівномірностей і диспропорцій у змісті ОП спеціальностей та засад чотириєдиного підходу: гармонізація, компетентності, студентоцентризм, результати навчання, моделі цілісного триєдиного методологічного, теоретичного та методичного концептів забезпечення змісту та структури курсів (Додаток Д). Вивчення здійснювалося як в контрольних, так і в експериментальних групах студентів.

Результати впровадження в експериментальне навчання методики навчання інтегративних професійно спрямованих курсів фізики аналізувалися з акцентом на реалізацію потенційних можливостей та креативного розвитку здобувачів освіти, практичного застосування набутих професійних компетентностей через систему підходів і методів, спрямованих на комплексне та практично орієнтоване засвоєння фізичних знань здобувачів освіти, з урахуванням їхньої майбутньої професійної діяльності.

Також аналізувалася ефективність складових розробленої концепції розвитку методичної системи навчання у ЗФПО (рис. 2.1.2), засад методичної системи, визначених педагогічних умов, моделі реалізації освітнього середовища фахового інженерного коледжу у навчанні інтегрованого курсу фізики (рис. 2.3.1, рис. 2.3.2), концепції наскрізного впровадження педагогічних підходів (компетентнісного, особистісно зорієнтованого, діяльнісного, системного, ресурсного) [270] (Додаток Д).

Система задач та практичні завдання передбачали з'ясувати рівні компетентностей здобувачів освіти з інтегративного курсу фізики в інженерній

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
1.	Проведення тестування електронних компонентів	27,8	4,2	56,4	4,5	6,1
2.	Застосування законів термодинаміки для аналізу теплових процесів у комп'ютерних системах,	20,9	3,8	50,6	4,6	5,9
3.	Аналіз коливальних контурів	20,8	3,8	54,2	4,5	5,9
4.	Розрахунок і оптимізація теплової дії струму в системах охолодження,	21,4	3,8	50,8	4,6	5,9
5.	Розрахунок електромагнітної індукції у контурах живлення,	27,1	4,1	52,7	4,6	6,1
6.	Виконання розрахунків енергії хвиль в електронних системах,	21,4	3,8	58,4	4,5	5,9
Всього		23,28	3,9	52,09	4,6	6,0
Високий рівень						
1.	Проектування електронних пристроїв із використанням напівпровідників і транзисторів,	11,5	3,0	13,6	3,1	4,3
2.	Використання принципів фотоефекту для створення фотоелементів у комп'ютерних системах,	9,5	2,7	14,2	3,2	4,2
3.	Аналіз роботи генераторів струму та оптимізація їх параметрів,	10,1	2,8	12,8	3,0	4,1
4.	Оптимізація енергоефективності складних електронних систем з урахуванням зовнішніх впливів,	8,3	2,6	14,1	3,2	4,1
5.	Проведення аналізу фазових переходів у матеріалах напівпровідників	7,5	2,4	12,1	3,0	3,8
Всього		9,34	2,7	13,17	3,1	4,1

Таблиця 3.2.2

Показники компетентності процесуально-діяльнісної компоненти студентів спеціальності спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Вміння використовувати фізичні закони для моделювання процесів автоматизації,	38,2	5,0	52,4	5,0	7,1
2.	Проведення вимірювань фізичних параметрів у роботизованих системах,	41,5	5,1	57,5	5,0	7,1
3.	Розрахунок механічних параметрів роботів (швидкість, прискорення, траєкторія руху),	44,5	5,1	60,4	4,9	7,1
4.	Розрахунок параметрів електроприводів,	37,1	5,0	53,5	5,0	7,1
5.	Розрахунок теплових втрат у двигунах автоматизованих систем,	24,4	4,4	48,3	5,0	6,7

№ з/п	Поняття, явище, процес	$K_{зк}, \%$	$P_{рк} \cdot 10^{-2}$	$K_{зе}, \%$	$P_{ре} \cdot 10^{-2}$	$P_c \cdot 10^{-2}$
6.	Виконання розрахунків потужності джерел живлення,	35,3	4,9	53,2	5,0	7,0
7.	Аналіз кінематичних характеристик автоматизованих механізмів,	32,7	4,8	52,5	5,0	7,0
8.	Визначення центру ваги механізмів	43,9	5,1	58,0	5,0	7,1
9.	Розрахунок параметрів з'єднання електричних провідників,	37,9	5,0	51,9	5,0	7,1
Всього		37,21	5,0	54,17	5,0	7,1
Середній рівень						
1.	Розрахунок обертового моменту роботизованих маніпуляторів,	34	4,9	54,8	5,0	7,0
2.	Використання законів Ньютона у моделюванні руху роботів,	39,4	5,0	55,8	5,0	7,1
3.	Розрахунок енергоефективності автоматизованих систем,	23,5	4,4	58,3	5,0	6,6
4.	Аналіз роботи електромагнітних пристроїв у системах керування,	30,4	4,7	57,9	5,0	6,9
5.	Розрахунок жорсткості і деформації конструкцій роботизованих механізмів,	29,4	4,7	55,4	5,0	6,9
6.	Оцінка параметрів магнітних полів у компонентах систем автоматизації,	21,8	4,3	57,5	5,0	6,6
7.	Розрахунок параметрів датчиків і сенсорів у автоматизованих технологіях,	24,7	4,4	55,2	5,0	6,7
8.	Визначення параметрів роботи сенсорів у роботизованих системах,	22,4	4,3	57,2	5,0	6,6
Всього		28,21	4,6	56,4	5,0	6,8
Достатній рівень						
1.	Аналіз динаміки роботи маніпуляторів,	24,5	4,4	59,1	5,0	6,7
2.	Виконання оптимізації енергоспоживання автоматизованих комплексів,	27,1	4,1	54,9	4,5	6,1
3.	Розрахунок параметрів світлодіодів і лазерів у робототехніці,	25	4,0	61,2	4,4	6,0
4.	Оцінка теплових процесів у системах охолодження роботів,	27,6	4,2	63,6	4,4	6,0
5.	Використання електричних схем для моделювання автоматизованих систем,	27,5	4,1	58,7	4,5	6,1
Всього		26,32	4,1	59,64	4,5	6,1
Високий рівень						
1.	Визначення умов роботи напівпровідників у мікропроцесорних системах,	10,1	3,1	13,4	3,4	4,6
2.	Виконання розрахунків параметрів гідравлічних приводів у складних системах,	7,5	2,7	10,1	3,0	4,1
3.	Розрахунок теплопровідності матеріалів для захисту автоматизованих систем,	8,3	2,8	13,7	3,5	4,5
4.	Визначення енерговитрат роботизованих систем у режимі простою,	7,4	2,7	10,7	3,1	4,1
Всього		8,26	2,8	11,95	3,3	4,3

Таблиця 3.2.3

Показники компетентності процесуально-діяльнісної компоненти педагогічного експерименту спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	· 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Вміння використовувати фізичні формули для розрахунків параметрів транспортних систем,	32,6	3,6	53,4	3,9	5,3
2.	Проведення вимірювань фізичних параметрів (швидкість, прискорення, маса, сила тертя),	31,9	3,6	49,7	3,9	5,3
3.	Розрахунок кінематичних характеристик механізмів,	34,5	3,6	50,3	3,9	5,3
4.	Розрахунок обертового моменту механічних систем,	43,7	3,8	59,0	3,8	5,4
5.	Аналіз теплових процесів у системах охолодження двигунів,	42,5	3,8	57,6	3,9	5,4
6.	Виконання розрахунків крутного моменту двигуна,	43,3	3,8	60,1	3,8	5,4
7.	Розрахунок механічної потужності валу в машинах,	33,7	3,6	50,4	3,9	5,3
Всього		37,45	3,7	54,23	3,9	5,4
Середній рівень						
1.	Розрахунок параметрів гідравлічних систем,	37,1	3,7	59,32	3,8	5,3
2.	Визначення центру ваги автомобіля для забезпечення стійкості,	23,8	3,3	56,42	3,9	5,1
3.	Розрахунок енергії руху автомобіля для прогнозування ефективності гальмування,	27,3	3,4	51,52	3,9	5,2
4.	Виконання аналізу деформацій	27,1	3,4	55,32	3,9	5,2
5.	Оцінка деформації елементів конструкцій,	35,7	3,7	58,82	3,8	5,3
6.	Виконання розрахунків моменту сили у важелях і механізмах,	27,6	3,4	54,82	3,9	5,2
7.	Оцінка умов рівноваги конструкцій транспортних засобів,	26,5	3,4	53,72	3,9	5,2
8.	Аналіз роботи трансмісії автомобіля	28,2	3,5	54,42	3,9	5,2
Всього		29,18	3,5	55,48	3,9	5,2
Достатній рівень						
1.	Розрахунок параметрів мастильних матеріалів у вузлах тертя,	23	3,2	55,8	3,9	5,0
2.	Розрахунок аеродинамічного опору транспортних засобів,	22,3	3	54,5	3,9	4,9
3.	Використання теорії вібрацій для аналізу роботи підвіски,	22,4	3,2	56,4	3,9	5,0
4.	Розрахунок параметрів резонансу у підвісках транспортних засобів,	23,6	3,2	57,5	3,9	5,0
5.	Виконання аналізу електричних систем автомобіля (акумулятори, генератори),	32,4	3,2	58,4	3,9	5,0
6.	Використання оптичних властивостей матеріалів для аналізу світлових приладів,	21,4	3,1	54,3	3,9	5,0
Всього		24,24	3,2	56,17	3,9	5,0

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зкс} %	Р _{рк} ·10 ⁻²	К _{зе} %	Р _{ре} ·10 ⁻²	· 10 ⁻²
Високий рівень						
1.	Виконання розрахунків параметрів трансформаторів у системах зарядки,	9,1	2,2	12,2	2,6	3,4
2.	Оцінка впливу шуму і вібрації на роботу машин і механізмів,	10,1	2,3	14,1	2,7	3,6
3.	Визначення умов роботи і зносу гальмівних систем,	7,8	2,1	11,1	2,5	3,2
4.	Розрахунок параметрів роботи систем автоматичного керування автомобілем,	9,4	2,2	14,2	2,7	3,5
Всього		9,13	2,2	12,65	2,6	3,4

Узагальнені результати визначення рівня компетентностей здобувачів освіти за результатами експериментального навчання за процесуально-діяльнісною компонентою подані в таблиці 3.2.4.

Таблиця 3.2.4

Узагальнені рівні компетентностей за результатами експериментального навчання для процесуально-діяльнісної компоненти

Рівні компетентностей	Спеціальності	Порівняльні коефіцієнти	
		контрольні	експериментальні
Початковий	123 Комп'ютерна інженерія	40,87	55,11
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	37,21	54,17
	131 Прикладна механіка та ін.	37,45	54,23
Середній	123 Комп'ютерна інженерія	26,51	55,64
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	28,21	56,4
	131 Прикладна механіка та ін.	29,18	55,48
Достатній	123 Комп'ютерна інженерія	23,33	52,09
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	26,32	59,64
	131 Прикладна механіка та ін.	24,24	56,17
Високий	123 Комп'ютерна інженерія	9,34	13,17
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	8,26	11,95
	131 Прикладна механіка та ін.	9,13	12,65
Разом	123 Комп'ютерна інженерія	26,85	40,0
	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	27,95	46,46
	131 Прикладна механіка та ін.	27,08	41,93

У експериментальних групах рівень компетентності з інтегративних курсів фізики визначався до та після впровадження запропонованої методики. Моніторинг результатів проводився по завершенню експериментального навчання. Під час усіх етапів педагогічного експерименту ми систематично взаємодіяли з його учасниками, обговорювали проміжні результати і коригували за необхідності методику навчання.

У нашій роботі досліджувалися такі компоненти розробленої методичної системи: змістова компонента, процесуально-діяльнісна компонента, цільова компонента, мотиваційна компонента, діагностична компонента. Як бачимо у таблиці 3.2.5, на рівні коефіцієнта засвоєння знань студенти експериментальних груп успішно оволоділи знаннями інтегративного курсу фізики ЗФПО інженерного спрямування.

Таблиця 3.2.5.

Показники компонент компетентностей в експериментальних та контрольних групах

Спеціальність/Рівні		Початковий	Середній	Достатній	Високий
Процесуально-діяльнісна компонента					
123 Комп'ютерна інженерія	Е	55,11	55,64	52,09	13,17
	К	40,83	26,56	23,33	9,34
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Е	54,17	56,4	59,64	11,95
	К	37,21	28,21	26,32	8,26
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт	Е	54,23	55,48	56,17	12,65
	К	37,45	29,18	24,24	9,13
Цільова компонента					
123 Комп'ютерна інженерія	Е	55,84	54,3	55,75	12,65
	К	37,87	26,3	26,73	9,1
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Е	55,25	54,4	57,19	10,53
	К	38,21	27,5	25,9	8,39
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт	Е	55,84	55,68	56,49	11,2
	К	39,16	28,41	24,41	8,02
Мотиваційна компонента					
123 Комп'ютерна інженерія	Е	54,42	55,38	53,29	13,2
	К	40,6	25,52	23,26	10,62
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Е	57,25	54,34	59,23	12,54
	К	38,01	26,74	25,4	9,85

Спеціальність/Рівні	Початковий		Середній	Достатній	Високий
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт	Е	54,82	53,26	56,13	11,2
	К	38,65	28,97	23,44	8,94
Діагностична компонента					
123 Комп'ютерна інженерія	Е	58,38	54,4	57,39	11,1
	К	38,71	27,19	25,13	8,97
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Е	57,46	54,68	57,19	11,56
	К	38,39	27,14	25,35	9,12
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт	Е	53,34	53,26	56,35	11,15
	К	37,64	25,6	24,42	8,43

З таблиці простежується ряд закономірностей. В експериментальних групах у порівнянні з контрольними початковий рівень компетентностей для всіх спеціальностей має тенденцію до зростання. Зокрема, процесуально-діяльнісна, цільова та мотиваційно-діагностична компоненти практично у відсотках збільшилися майже удвічі, що свідчить про значне покращення компетентностей і перехід здобувачів освіти до більш високих рівнів.

Середній та достатній рівень складових компонентів практично збільшився більше ніж у два рази в експериментальних групах (у відсотках).

Високий рівень компетентностей має невелику тенденцію до покращення в межах 2–4%.

Узагальнені рівні компетентностей:

- за процесуально-діялісною компонентою для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія складає 40,0%, спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка – 46,46%, спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт – 41,93%;

- за цільовою компонентою для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія складає 41,7%, спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка – 42,3%, спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт – 40,6%;

- за мотиваційною компонентою для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія складає 41,68%, спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка – 42,05%, спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт – 44,25%;

- за діагностичною компонентою для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія складає 46,35%, спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка – 43,15%, спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт – 40,68%.

Важливим показником педагогічного експерименту є окреме дослідження якості засвоєння знаннєвої компоненти. Аналіз узагальнених результатів навчання здобувачів освіти в експериментальних та контрольних групах та їх порівняння показав покращення кількісних показників (коефіцієнт засвоєння знань) (Додаток Д.1), а відповідно і підтвердження ефективності запропонованої методики навчання змісту інтегративних курсів фізики спеціальностей.

В цілому з професійно спрямованого інтегративного курсу фізики знання студентів мають амплітудний розхил коефіцієнта засвоєння знань у контрольних групах в середньому до 40%, що свідчить про наявність проблем у навчанні студентів понять досліджуваних розділів. Ці проблеми у значній мірі розв'язано у експериментальних групах, про що свідчать дані додатку Д.1.

На основі приведених показників у додатку Д.1 ми узагальнили результати досягнень здобувачів освіти всіх спеціальностей в контрольних та експериментальних групах, таблиця 3.2.6.

Таблиця 3.2.6

Узагальнені результати педагогічного експерименту

Групи		Всього елементів, N ₀	Відтворено елементів, N	К засв.
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	К	10904	3060	28,06
	Е	11368	6736	59,25
123 Комп'ютерна інженерія	К	15312	4045	26,42
	Е	15840	8406	53,07

Групи		Всього елементів, N ₀	Відтворено елементів, N	К засв.
131 Прикладна механіка 133 Газове машинобудування 274 Автомобільний транспорт	К	16490	4607	27,94
	Е	15908	8469	53,24

Різниця коефіцієнтів компетентності в експериментальних і контрольних груп для кожної спеціальності $d_{151}=K_{ке}-K_{кк}=59,25-28,06=31,19$; $d_{123}=K_{ке}-K_{кк}=53,07-26,42=26,65$; $d_{131}=K_{ке}-K_{кк}=53,24-27,94=25,3$.

Аналіз одержаних даних свідчить про значне перевищення коефіцієнта засвоєння набутих здобувачами освіти знань у експериментальних групах по кожній спеціальності в порівнянні з контрольними (табл. 3.2.6).

Результати експериментального навчання здобувачів освіти у контрольних групах та при виконанні констатувального експерименту майже не відрізняються, що свідчить про однаковість сформованих у них компетентностей, хоч навчання проводилося у різний період, але за однаковою традиційною методикою.

На результати експериментального навчання мали вплив апробовані методичні рекомендації для вивчення інтегративних курсів фізики, виконання професійно спрямованих лабораторних робіт та професійно зорієнтованих задач. Такий експеримент показав належний рівень науковості та наочності та вказує на його ефективність.

Згідно з вимогами до педагогічних досліджень, які носять ймовірнісний характер і дають змогу визначити достовірність одержаних результатів, ми скористалися методами теорії ймовірності, розробленими для педагогічних досліджень Л. Ковальчук, П. Воловиком та С. Сисоєвою, та визначили вибірку учасників експериментального дослідження, розрахували середню похибку в експериментальному навчанні [53; 113; 225]. Модель методичної системи навчання інтегративних курсів фізики у виділених для експерименту спеціальностях перевірялася через визначення достовірності одержаної різниці компетентностей за коефіцієнтами засвоєння показників контрольного та експериментального моніторингів і в цілому за цілісними результатами експерименту.

Нами обчислено середню похибку вибірки під час експериментального навчання, використовуючи розроблену методику [53; 113; 225]. Математична ефективність структури навчального матеріалу і методики її вивчення перевірялась шляхом оцінки достовірності отриманої різниці в коефіцієнтах засвоєння елементів знань.

$$P_{pk151} = \sqrt{\frac{K_{зк}(1-K_{зк})}{n_k}} = 4,63 \cdot 10^{-2}, \quad P_{pe151} = \sqrt{\frac{K_{зе}(1-K_{зе})}{n_e}} = 4,96 \cdot 10^{-2},$$

$$P_{pk123} = \sqrt{\frac{K_{зк}(1-K_{зк})}{n_k}} = 4,09 \cdot 10^{-2}, \quad P_{pe123} = \sqrt{\frac{K_{зе}(1-K_{зе})}{n_e}} = 4,56 \cdot 10^{-2},$$

$$P_{pk131} = \sqrt{\frac{K_{зк}(1-K_{зк})}{n_k}} = 3,44 \cdot 10^{-2}, \quad P_{pe131} = \sqrt{\frac{K_{зе}(1-K_{зе})}{n_e}} = 3,84 \cdot 10^{-2},$$

де P_{pk} , P_{pe} – середні похибки правильних відповідей; $K_{зе}$, $K_{зк}$ – коефіцієнти засвоєння знань контрольними та експериментальними групами; n_e , n_k – кількість студентів у експериментальних та контрольних групах по кожній спеціальності.

Середні похибки для експериментальних та контрольних груп складають значення менші за допустимі, що свідчить про високу достовірність результату педагогічного експерименту.

Для характеристики значимості показників ефективності розробленої методики навчання інтегративних курсів фізики в коледжах інженерного спрямування по відношенню до традиційної використано [53; 113; 225]:

- середнє арифметичне, що визначається за відношенням суми всіх правильних відповідей до загальної кількості осіб: $\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$, де X_i – кількість правильних відповідей по окремому питанню;

- дисперсію – ступінь розсіювання окремих значень випадкової величини навколо середнього арифметичного: $\sigma^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}$;

- середнє квадратичне відхилення $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

- середній показник засвоєння знань $K_z = \frac{\sum X_i}{N_0}$, де N_0 – загальна кількість елементів;

- коефіцієнт варіації – відносний показник, який визначають за

відношенням середнього квадратичного відхилення до середнього арифметичного: $V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$

- фактичне значення t-критерію Стюдента: $t = \frac{\bar{X}_e - \bar{X}_K}{\sqrt{\sigma_e^2 + \sigma_K^2}} \cdot \sqrt{N}$, де $\bar{X}_e$, $\bar{X}_K$, σ_e^2 , σ_K^2 – середні арифметичні та дисперсії для контрольних та експериментальних груп.

В таблиці 3.2.7 приведені обраховані характеристики статистичних відхилень для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія.

Таблиця 3.2.7

Обраховані характеристики статистичних відхилень

Групи	$K_3, \%$	$\bar{X}$	σ^2	σ	V	t
Експериментальні	53,13	70,15	615,17	24,8	0,35	12,4
Контрольні	27,25	35,97	279,3	16,7	0,46	

Обраховані характеристики статистичних відхилень спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка подані в таблиці 3.2.8.

Таблиця 3.2.8

Обраховані характеристики статистичних відхилень

Групи	$K_3, \%$	$\bar{X}$	σ^2	σ	V	t
Експериментальні	59,68	58,5	188,6	13,73	0,23	16,6
Контрольні	28,02	26	178,4	13,35	0,51	

Обраховані характеристики статистичних відхилень спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт.

Таблиця 3.2.9

Обраховані характеристики статистичних відхилень

Групи	$K_3, \%$	$\bar{X}$	σ^2	σ	V	t
Експериментальні	52,37	85,88	548,34	23,42	0,27	17,4
Контрольні	27,66	47,02	279,04	16,7	0,35	

Оскільки $t > 1,96$, то різниця коефіцієнтів засвоєння знань між експериментальними та контрольними групами є значущою і обумовлена не випадковими вибірками, а відмінностями в організації структури та у методиці

навчання інтегративних курсів фізики. Згідно з таблицями Стюдента, ймовірність достовірності отриманої різниці у засвоєнні знань між експериментальними та контрольними групами становить 0,999.

Обраховані характеристики статистичних відхилень показників спеціальностей за компонентами (табл. 3.2.10):

Таблиця 3.2.10.

**Обраховані характеристики статистичних відхилень показників
спеціальностей за компонентами**

Спеціальність	Групи	$K_z, \%$	$\bar{X}$	σ^2	σ	V
Процесуально-діяльнісна компонента						
123 Комп'ютерна інженерія	Експериментальні	47,30	56,76	88,72	9,42	0,17
	Контрольні	26,86	31,16	45,72	6,76	0,22
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Експериментальні	49,43	48,44	68,32	8,27	0,17
	Контрольні	27,93	26,25	27,84	5,28	0,20
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт	Експериментальні	48,53	79,60	173,15	13,16	0,17
	Контрольні	27,08	46,04	79,15	8,90	0,19
Цільова компонента						
123 Комп'ютерна інженерія	Експериментальні	47,30	56,76	64,94	8,06	0,14
	Контрольні	26,86	31,16	23,57	4,85	0,16
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Експериментальні	62,34	61,09	70,90	8,42	0,14
	Контрольні	30,08	28,28	25,69	5,07	0,18
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт	Експериментальні	37,32	61,20	59,21	7,69	0,13
	Контрольні	28,26	48,04	54,65	7,39	0,15
Мотиваційна компонента						
Спеціальність	Групи	$K_z, \%$	$\bar{X}$	σ^2	σ	V
123 Комп'ютерна інженерія	Експериментальні	48,83	58,59	38,06	6,17	0,11
	Контрольні	27,41	31,79	18,16	4,26	0,13
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Експериментальні	61,57	60,34	40,54	6,37	0,11
	Контрольні	27,49	25,84	8,84	2,97	0,11
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт	Експериментальні	35,70	58,55	49,53	7,04	0,12
	Контрольні	27,53	46,80	44,29	6,65	0,14
Діагностична компонента						
Спеціальність	Групи	$K_z, \%$	$\bar{X}$	σ^2	σ	V

Спеціальність	Групи	$K, \%$	$\bar{X}$	σ^2	σ	V
123 Комп'ютерна інженерія	Експериментальні	50,74	60,89	47,09	6,86	0,11
	Контрольні	27,34	31,71	17,11	4,14	0,13
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Експериментальні	58,04	56,88	60,48	7,78	0,14
	Контрольні	26,21	24,63	13,93	3,73	0,15
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт	Експериментальні	35,49	58,21	51,81	7,20	0,12
	Контрольні	26,22	44,57	42,36	6,51	0,15

На якість виконання лабораторних (практичних) робіт, письмових робіт (розв'язування задач та ін.), виконання тестів в ході експерименту випадкові фактори практично не впливали, як у контрольних, так і у експериментальних групах. Однак новизна введених показників є відчутною, що викликало певну розбіжність для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія $\sigma_e = 0,248$, $\sigma_k = 0,167$; для спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка $\sigma_e = 0,1373$, $\sigma_k = 0,1335$; для спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт $\sigma_e = 0,2342$, $\sigma_k = 0,167$. Числове значення моди у експериментальних класах значно нижче, ніж у контрольних, що означає виникнення проблемних ситуацій у навчанні нових показників для спецдисциплін, для яких інтегративний курс фізики є пропедевтичним.

Аналіз побудованих гістограм засвоєння кожного показника знань інтегративного курсу фізики (рис. 3.2.1, Додатки Д.1, Л) показав значиму відмінність коефіцієнтів засвоєння показників у експериментальних та контрольних групах. До таких показників знаннєвої компоненти відносяться:

- на спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія: електровимірювальні прилади, графічні зображення напруженості електричного поля, кристалізація (напівпровідники), світловий промінь, маса, тіл, частинок, поля, маятник в електронних системах, фронт хвилі, механічні та електромагнітні хвилі, поляризація хвиль, використання звукових коливаль в електроніці, напруженість магнітного поля, електричний опір, питомий опір, магнітне поле, імпульс тіла

(роботи та ін.), діелектрична проникність (абсолютна і відносна), електрична потужність, застосування основних положень МКТ в електроніці, закони Ньютона в автоматичних системах, протидія в інженерних машинах, перетворення електричної енергії в інші види енергії: теплову, світлову, хімічну, вимушені електромагнітні коливання, інфразвук в електронних пристроях, електромагнітна дія струму, магнітна проникність (абсолютна та відносна), прискорення при русі частинок, механізмів, циклічна частота, потужність і ккд джерела електричної енергії, механічна напруга в деталях автоматичних систем.

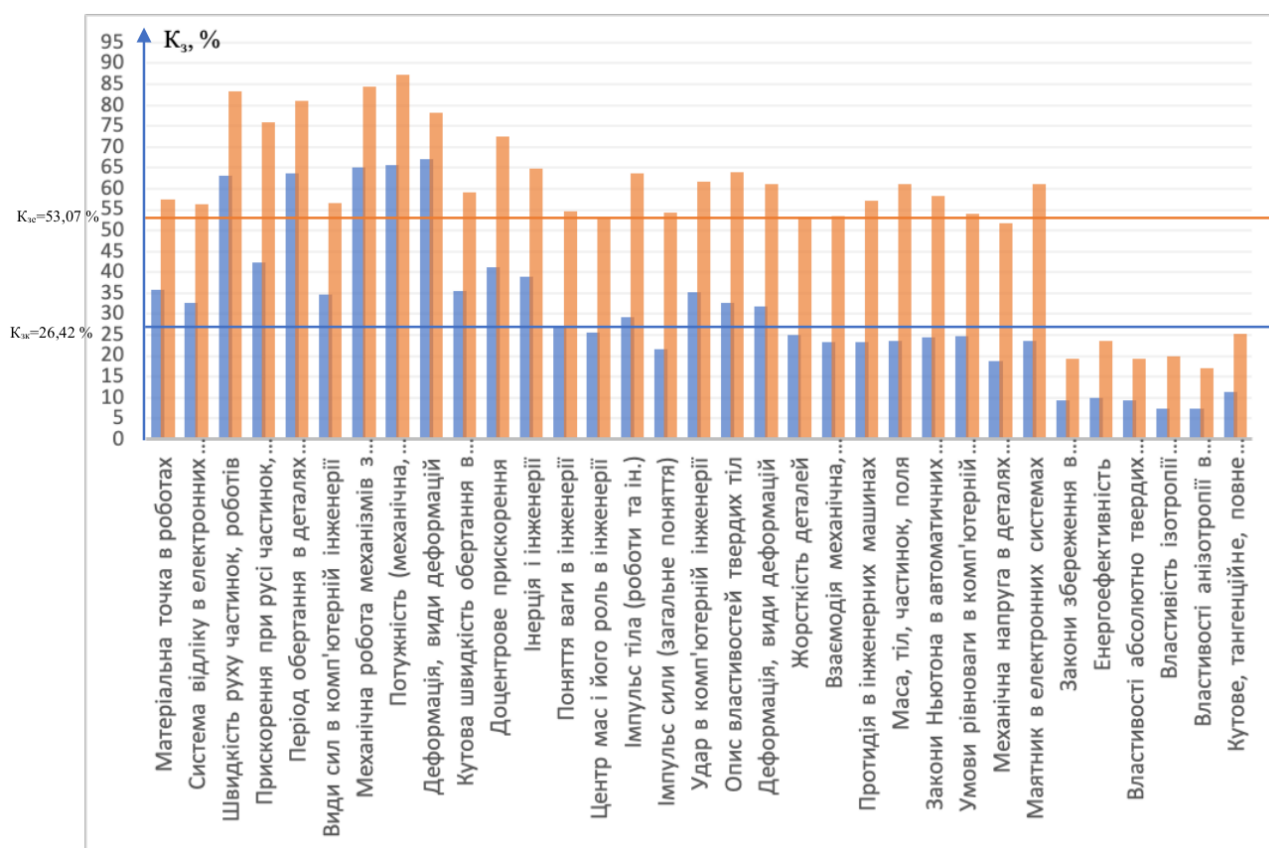
- на спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка: напруженість в електронних системах, швидкість частинок, роботів, вібраційні процеси в автоматизованих системах, вимушені електромагнітні коливання, кристалічна решітка напівпровідників, доцентрове прискорення, звукові коливання в електроніці, маятник в електронних системах, рідина в квантових системах, світловий промінь в оптичних системах, конвекція в робототехніці, залежність електричного опору матеріалів від температури.

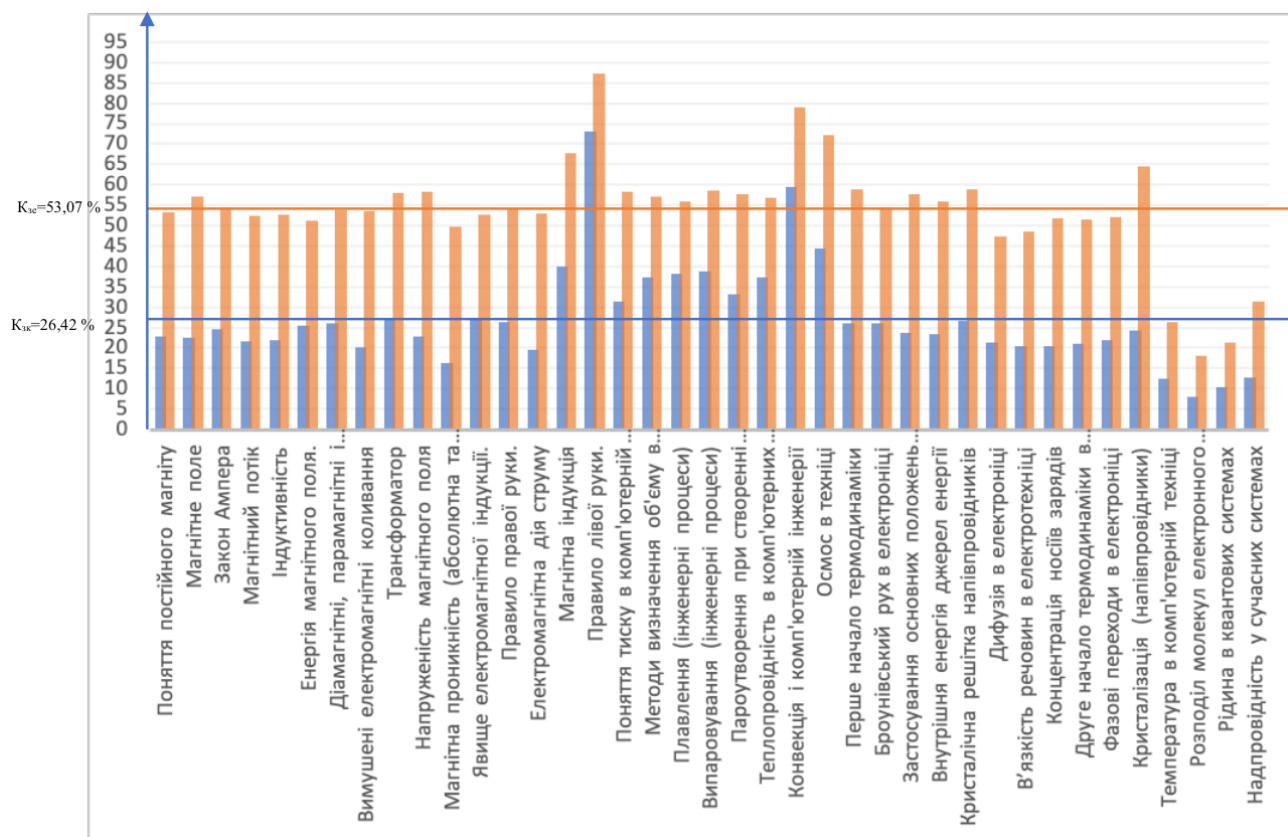
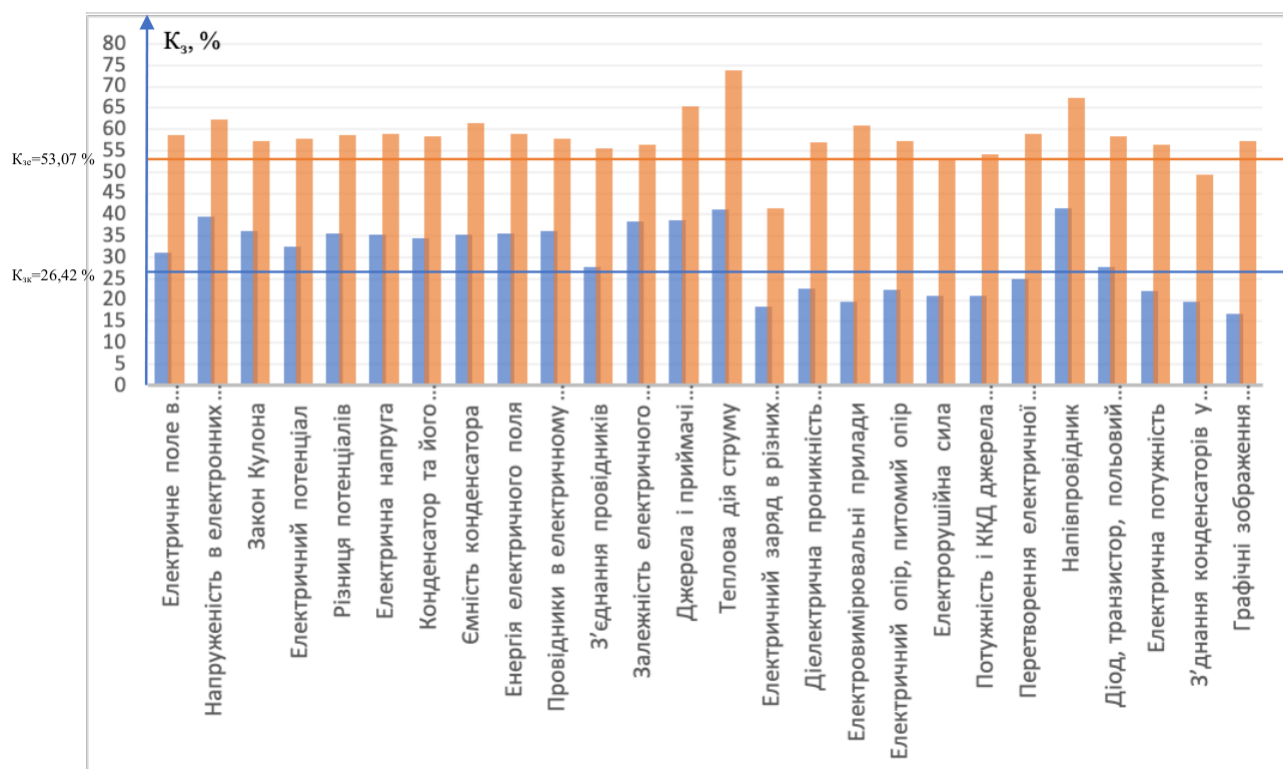
- на спеціальностях 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування і 274 Автомобільний транспорт: електричне поле в електронних схемах, умови рівноваги деталей механізмів, механічний рух систем і механізмів, період коливань елементів систем, провідники та діелектрики в електронних схемах, електрична напруга в електронних схемах, шум механізмів, маса елементів конструкцій

Виходячи з цього можна стверджувати про: достатню ефективність інтегративних курсів фізики запроваджених на визначених спеціальностях; ефективну методику навчання інтегративних курсів фізики; надійність результатів педагогічного експерименту. Обраховане значення помилки усередненої ймовірності позитивних відповідей у експериментальних групах коливається від 3,84 до 4,96%, а у контрольних групах знаходиться у межах 3,44 – 4,63 % і є нижчою за гранично допустиму похибку 5 %. Відповідно до проведених обчислювань достовірність показників (табл. 3.2.1–3.2.3, Додаток Д), становить 0,95, що не виходять за прийняті межі помилки.

Не дивлячись на те, що педагогічний експеримент проводився в період пандемії Covid-19 та в часи військового стану в Україні у Відокремленому структурному підрозділі «Кропивницький інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного університету», де керівництво освітнім процесом здійснювалося безпосередньо автором, а також у Київському механіко-технологічному фаховому коледжі, ДНЗ «Тернопільський центр професійно-технічної освіти», ВСП «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя», ВСП «Гірничо-електромеханічний фаховий коледж Криворізького національного університету», ВСП «Світловодський політехнічний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету», де керівництво здійснювалося викладачами інших коледжів, результати виявилися практично однаковими [13].

На гістограмі (рис. 3.2.1) наведені згруповані результати педагогічного експерименту у групах здобувачів освіти спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія за змістовою компонентою (Додаток Л).





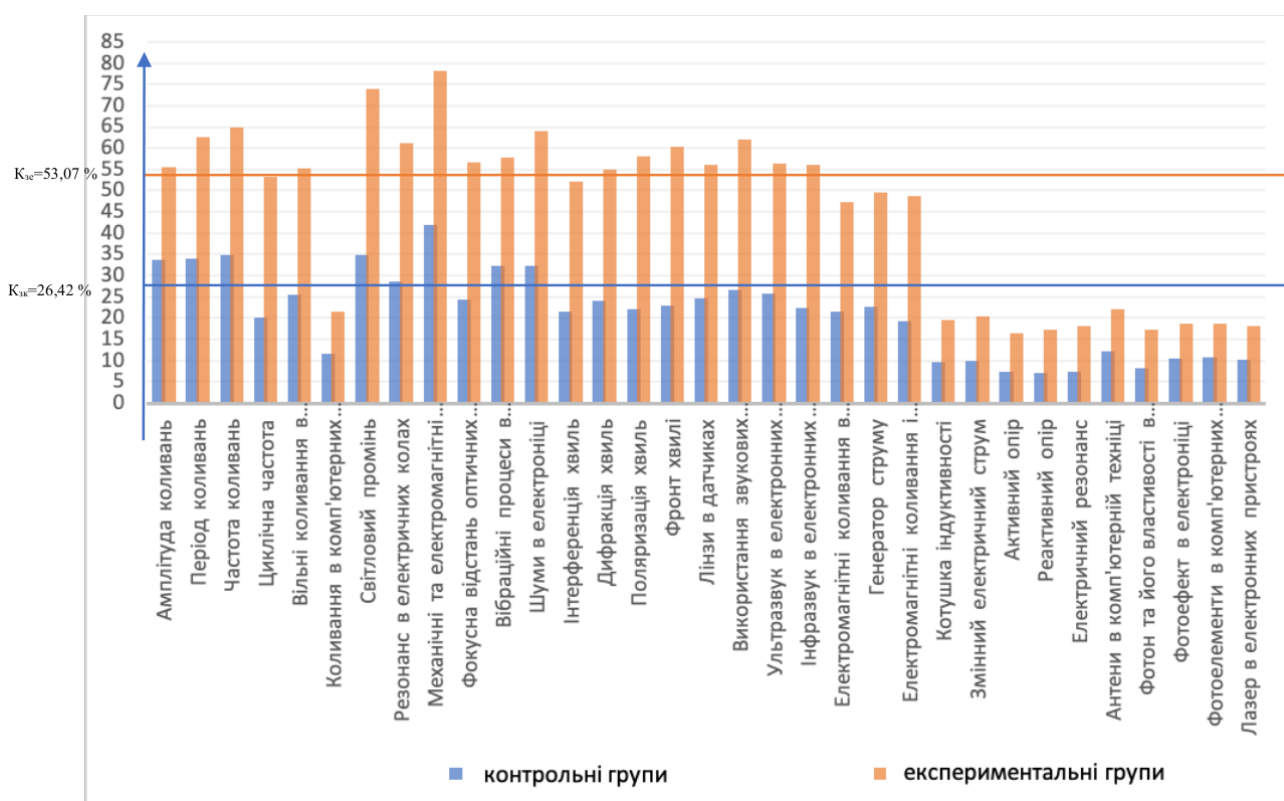


Рис. 3.2.1. Гістограма коефіцієнту засвоєння показників у групах студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

Якісний та кількісний аналіз ефективності запропонованої методики навчання інтегративних курсів фізики підтвердив її перевагу над традиційною методикою. Доведено, що використання професійно орієнтованих завдань (задач, лабораторних робіт та ін.) у рамках інтегративного курсу фізики для студентів ЗФПО інженерної галузі забезпечує краще засвоєння навчального матеріалу, сприяє усвідомленому оволодінню пропедевтичними фізичними знаннями для спецдисциплін та їх успішному застосуванню у майбутній професійній діяльності.

В цілому має місце значуща різниця між результатами у контрольних та експериментальних групах, що з великою ймовірністю виключає випадковий вплив на результати і обумовлена не випадковим вибором, а відмінністю в організації структури та порядку вивчення навчального матеріалу інтегративного курсу фізики. Апробовані методичні рекомендації виконання лабораторних робіт і розв'язання професійно орієнтованих задач суттєво вплинули на покращення навчальних досягнень студентів (Додаток П).

Таким чином, на основі якісних та кількісних результатів педагогічного експерименту зроблено наступні висновки:

1. Упровадження в освітній процес ЗФПО інтегративних курсів фізики, створених на основі дидактичних принципів навчання, вимог студентоцентричного підходу до навчання та професійної спрямованості курсів до змісту спецдисциплін, забезпечує ефективність логіко-гносеологічної структури навчального середовища коледжів інженерної галузі і розглядається як педагогічний підхід наскрізного їх впровадження, чим створюється стрижень випереджаючої освіти, що забезпечує формування компетентних фахівців, здатних креативно мислити.

2. Впродовж тривалого дослідження виявлено поступальні зміни, які пов'язані із перетворенням статусу відокремлених коледжів ЗВО і перетворенням їх до рівня технологізованого інноваційного типу на основі введення інтегративних курсів, зокрема фізики, чим презентовано напрацьований позитивний досвід навчання на рівень генерування сучасних компетентностей інноваційного типу.

3. Упровадження методичної системи навчання інтегративного курсу фізики, лабораторних (практичних) робіт і системи задач професійно спрямованих в освітній процес коледжів покращило показники змістової, процесуально-діяльнісної, цільової, мотиваційної, діагностичної компонент здобувачів освіти в експериментальних групах, що підтверджено якісними висновками та статистичною перевіркою.

4. Запровадження оцифрування частини розділів інтегративного курсу фізики спільно із спецдисциплінами, лабораторних робіт та розв'язків задач з використанням ряду комп'ютерних програм, Arduino, 3D моделювання, роботів, пристроїв з числовим програмним управлінням сприяло інтелектуалізації навчання, що виражено у більш високому відсотковому підвищенні відповідних показників змістової, процесуально-діяльнісної, мотиваційної компонент в порівнянні з іншими, формуванню науково-теоретичного мислення здобувачів освіти.

5. Результати педагогічного експерименту підтвердили запропонований підхід щодо проблеми проектування й упровадження сучасних інновацій у формі інтегрованих курсів фізики (та інших дисциплін), що забезпечується через історико-генезисну реконструкцію освітніх програм спеціальностей 123 Комп'ютерна інженерія, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт через практичну реалізацію принципу інтегративності в робочих навчальних програмах.

3.3. Експертна оцінка робочих навчальних програм інтегративного курсу фізики для інженерних спеціальностей ЗФПО.

Для визначення значущості вимог до запропонованих нами робочих навчальних програм інтегративного курсу фізики у ЗФПО інженерного профілю проводилась їх експертна оцінка для ОПП «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж» спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, «Обслуговування комп'ютеризованих інтегрованих і робототехнічних систем» спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, «Інструментальне виробництво» та «Обслуговування верстатів з програмним управлінням і робототехнічних комплексів» спеціальності 131 Прикладна механіка, «Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях» спеціальності 133 Галузеве машинобудування та «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів» спеціальності 274 Автомобільний транспорт. Експертне оцінювання проводилось фахівцями у галузі освіти; вчителями, викладачами та методистами з фізики; викладачами спеціальних дисциплін. Серед 23 експертів було 3 кандидати наук, 1 доктор філософії, 1 аспірант, 16 викладачів, 2 вчителі, що працюють у школах, ЗФПО, інститутах післядипломної освіти м. Кропивницький та Кіровоградської області, м. Тернопіль, м. Київ і мають різні категорії та педагогічний стаж.

Науково-педагогічний та педагогічний стаж 4 експертів перевищує 30 років, 9 експертів мали стаж від 20 до 30 років, 8 експертів – від 10 до 20 років, ,

а також 1 експерт – менше 10 років. Частина експертів є авторами наукових публікацій з дидактики фізики, проводять власні дослідження та активно обговорюють їх результати на наукових конференціях.

Відомості про експертів подані у додатку Ж. Як висновок, усі експерти мають достатній науково-методичний стаж роботи та високий рівень методичної підготовки.

Обробка результатів експертного опитування забезпечувалась підрахунками ефективності щодо [62; 81]:

- відповідності інтегративності професійно спрямованого курсу фізики;
- методичної системи забезпечення формуванню компетентностей;
- відповідності професійному спрямуванню практико-орієнтованих задач;
- відповідності професійному спрямуванню практичних/лабораторних робіт

Отримані результати оцінки відносної важливості кожної вимоги оцінювалися за 100-бальною шкалою відповідно до використання методів експертних оцінок [81] (Додатки 3.1-3.3).

Значущість кожної вимоги визначалася за показниками:

- рівень узагальненої думки експертів;
- статистичний показник погодженості думок експертів;
- критерій компетентності експертів;
- критерій активності експертів.

Рівень узагальненої думки експертів характеризувались наступними параметрами:

- Середнє арифметичне визначається у балах за формулою [62; 81]:

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^m C_{ij} \quad (3.3.1),$$

де m – кількість експертів за j -ту вимогу; C_{ij} – коефіцієнт відносної важливості для i -го експерта j -тої вимоги.

Суму рангів S_j , одержаних за j -тою вимогою, визначено у такій наступності:

– проводилося ранжування за зниженням оцінок, виставлених експертами за кожну вимогу;

– визначалася сума рангів S_j , виставлених експертами оцінок за j -ту вимогу:

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad (3.3.2)$$

де R_{ij} – ранг оцінки i -м експертом j -ї вимоги.

Думка експертів визначалась за ступенем погодженості використовуючи статистичні показники:

а) коефіцієнт варіації V_j оцінок експертів визначався за j -тою вимогою згідно показників:

– визначалася дисперсія D_j , отримана в j -й вимозі [139]:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \cdot \sum_{i=1}^m (C_{ij} - M_{ij})^2 \quad (3.3.3)$$

– визначилося середнє квадратичне відхилення σ_j оцінок для j -тої вимоги визначалася за формулою [139]: $\sigma_j = \sqrt{D_j}$ (3.3.4)

– визначався коефіцієнт варіації поставлений експертами за j -ту вимогу:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j} \quad (3.3.5)$$

Результати обчислення коефіцієнта варіації експертних оцінок робочих навчальних програм інтегративного курсу фізики наведено у таблиці 3.3.1

Таблиця 3.3.1

**Результати обчислення коефіцієнта варіації експертних оцінок
робочих навчальних програм інтегративного курсу фізики**

Вимога j	Середнє арифметичне M_j	Дисперсія D_j	Середнє квадратичне відхилення σ_j	Коефіцієнт варіації V_j
Для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія				
Відповідність інтегративності професійно спрямованого курсу фізики	88,70	83,1	9,11	0,1028
Методична система забезпечення формуванню компетентностей	91,52	59,6	7,72	0,0844

Вимога j	Середнє арифметичне M_j	Дисперсія D_j	Середнє квадратичне відхилення σ_j	Коефіцієнт варіації V_j
Відповідність професійному спрямуванню практико-орієнтованих задач	96,30	22,2	4,71	0,0489
Відповідність професійному спрямуванню практичних/лабораторних робіт	96,30	60,3	7,77	0,0844
Для спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка				
Відповідність інтегративності професійно спрямованого курсу фізики	90,87	60,1	7,75	0,0853
Методична система забезпечення формуванню компетентностей	92,61	47,5	6,90	0,0745
Відповідність професійному спрямуванню практико-орієнтованих задач	95,65	37,62	6,13	0,0641
Відповідність професійному спрямуванню практичних/лабораторних робіт	94,13	49,24	7,02	0,0745
Для спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт				
Відповідність інтегративності професійно спрямованого курсу фізики	90,87	44,9	6,70	0,0737
Методична система забезпечення формуванню компетентностей	89,57	78,1	8,84	0,0987
Відповідність професійному спрямуванню практико-орієнтованих задач	98,26	7,84	2,80	0,0285
Відповідність професійному спрямуванню практичних/лабораторних робіт	97,17	6,14	2,48	0,0255

Коефіцієнт варіації $V_j \leq 0,1$, а отже дані стабільні і це вказує на високу їх надійність.

Коефіцієнт компетентності експертів визначався з умови середньоквадратичного відхилення (таблиця 3.3.2). Воно знаходиться у межах

визначених за формулою: $K_K = \frac{K_3 + K_a}{2}$ (3.3.6),

де K_3 – коефіцієнт ступеня знайомства з розглянутою проблемою; K_a – коефіцієнт аргументованості.

Коефіцієнт аргументованості визначався шляхом підсумовування показників, зазначених у таблиці джерел аргументації (таблиця 3.3.2). Середнє значення коефіцієнта компетентності розраховувалося на основі середнього рівня узгодженості. Отримані коефіцієнти знаходяться в діапазоні 0,75–1, що свідчить про високий рівень узгодженості.

Таблиця 3.3.2.

Дані про визначення компетентності експертів

№ з/п	Джерела аргументації				Коеф. аргум., Кз	Коеф. знайомс., Ка	Коеф. компет., Кк
1	3	2	1	3	0,90	0,90	0,90
2	3	3	2	3	0,90	1,10	1,00
3	2	2	2	1	0,90	0,70	0,80
4	3	2	3	2	1,00	1,00	1,00
5	2	2	2	2	1,00	0,80	0,90
6	2	2	3	2	1,00	0,90	0,95
7	2	3	2	2	1,00	0,90	0,95
8	2	3	2	1	0,80	0,80	0,80
9	3	3	2	2	0,80	1,00	0,90
10	2	3	2	3	0,80	1,00	0,90
11	1	2	2	3	1,00	0,80	0,90
12	2	3	3	2	1,00	1,00	1,00
13	3	2	3	2	1,00	1,00	1,00
14	2	2	3	2	1,00	0,90	0,95
15	2	1	2	3	0,70	0,80	0,75
16	2	3	2	3	0,90	1,00	0,95
17	2	1	2	3	0,90	0,80	0,85
18	3	2	2	3	0,90	1,00	0,95
19	2	2	1	2	0,80	0,70	0,75
20	2	3	3	1	1,00	0,90	0,95
21	2	2	1	2	1,00	0,70	0,85
22	2	3	2	3	0,90	1,00	0,95
23	2	2	2	2	1,00	0,80	0,90
Середнє значення коефіцієнта компетентності							0,91

Отже, застосування методу експертних оцінок дозволило здійснити обґрунтований добір експертів, оскільки від їхніх висновків залежить достовірність оцінки ефективності підходу до розроблення робочої навчальної програми з інтегративного курсу фізики для студентів інженерних коледжів. У ході експертного аналізу виявлено високий рівень узгодженості думок щодо оцінки запропонованого підходу. Експерти одностайно підтвердили доцільність

використання робочих навчальних програм з інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти інженерного напрямку.

Висновки до третього розділу

Аналіз статистичних даних педагогічного експерименту підтвердив позитивні зміни в успішності студентів фахових інженерних коледжів у питанні засвоєння навчального матеріалу інтегративного курсу фізики завдяки впровадженню нової методики. Результати дослідження в експериментальних групах мають статистичну достовірність.

Для кількісного аналізу ефективності методики були використані методи математичної статистики. З метою підтвердження подібності рівня підготовки студентів у контрольних і експериментальних групах на початку експерименту був використаний критерій Стюдента. Отримані значення критерію Стюдента не перевищували критичних значень для всіх категорій, що свідчить про ідентичність груп на етапі початку експерименту [17].

Зауважимо, що всі значення критерію Стюдента показали перевищення критичного рівня, що підтверджує ефективність запропонованої методики навчання фізики, яка базується на впровадженні в освітній процес професійно орієнтованих лабораторних робіт та практико-орієнтованих задач інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах.

Експертною оцінкою підтверджено педагогічну ефективність робочих навчальних програм інтегративного курсу фізики.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Здійснено аналіз джерельної бази дослідження та обґрунтовано потребу визначення цілей навчання інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти інженерної галузі відповідно до окресленої стратегії розвитку системи ЗФПО на 2022-2032 роки. **Визначено** структуру та зміст принципу студентоцентрованого навчання як гармонізацію формування компетентностей та результатів навчання та **виявлено** диспропорції у змісті ОП спеціальностей 123 Комп'ютерна інженерія, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування 274 Автомобільний транспорт, **обґрунтовано** засади чотириєдиного підходу і навчанні інтегративного курсу фізики: гармонізація, компетентності, студентоцентризм, результати навчання. **Сформульовано** триєдину парадигму формування освітньої траєкторії навчання інтегративного курсу фізики у фаховій передвищій освіті інженерної галузі. **Зроблено висновок**, що структура та зміст інтегративного курсу фізики для інженерної галузі ЗФПО з урахуванням вивчення загальнотехнічних та спеціальних дисциплін формується на концепції теоретичних узагальнень наскрізних понять, забезпечуючи неперервний взаємозв'язок між теорією та практикою.

2. Сформовано модель концепції розвитку ЗФПО, яка акцентує не на множині навчальних предметів, модулів, предметний зміст, а за здатність фахівця продемонструвати практичний результат упровадження набутих знань у практичній діяльності. На цій основі **розроблено** й експериментально **перевірено** методику професійно спрямованого студентоцентрованого навчання інтегративного курсу фізики здобувачів освіти у ЗФПО інженерної галузі в умовах навчальних науково-виробничих комплексів. **Доведено** можливість і доцільність створення відокремленого підрозділу коледжу в такій структурі забезпечує можливість здійснювати інтеграцію робочих навчальних програм, виокремити фундаментальні інтегративні навчальні предмети, однією з визначальних серед них є інтегративний курс фізики. **Сформовано** означення

інтегративного курсу фізики в закладах фахової передвищої освіти як курсу, спрямованого на вивчення та використання фізичних принципів, законів, понять і теорій для розробки нових технологій, вирішення інженерних завдань і оптимізації технологічних процесів. **Виокремлено** особливість інтегративного курсу фізики в інженерних коледжах, що полягає в його практичній спрямованості, орієнтованій на вивчення профільних дисциплін. **Визначено** основні принципи формування методики навчання інтегративного курсу фізики в закладах фахової передвищої освіти.

3. **Визначено** специфіку поняття методика навчання інтегративного курсу фізики як систему підходів і методів, спрямованих на комплексне та практично орієнтоване засвоєння фізичних знань студентами, з урахуванням їхньої майбутньої професійної діяльності. На основі розробленої концепції розвитку методичної системи навчання у ЗФПО **створено** засади методичної системи, **визначено** педагогічні умови реалізації освітнього середовища фахового інженерного коледжу у навчанні інтегрованого курсу фізики, **розглянуто** як педагогічний підхід наскрізне впровадженні інтегративного курсу фізики в процес навчання спецдисциплін, як стрижень випереджаючої освіти, що забезпечує формування компетентностей фахівців здатних креативно мислити. **Створено** та апробовано робочі навчальні програми, методичне забезпечення вивчення інтегративних курсів фізики для ОПП спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт; 123 Комп'ютерна інженерія; 174 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка для інженерних коледжів.

4. **Запропоновано** методологію розв'язання інтегративних завдань як системи загальних теоретико-практичних понять математико-фізико-інженерної діяльності, де **використано** системний підхід, що передбачає використання специфічних методів, кількісних оцінок варіантів, інноваційний образ мислення, **створено** систему практико-орієнтованих задач окремо для кожної спеціальності інженерного коледжу, систему експериментів, практичних і лабораторних робіт, проєктів чим **забезпечено** ефективне вивчення тем згідно робочих навчальних

програм для кожної освітньо-професійної програми. У ході педагогічного експерименту **доведено**, що упровадження в освітній процес запропонованих систем задач і демонстрацій розвиває креативне мислення, інноваційну творчість, естетичні смаки, увагу, логічне мислення.

5. У ході експериментальної перевірки розробленої методики професійно спрямованого навчання фізики – інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти інженерної галузі **виявлено** стійкі тенденції підвищення рівня мотивації та якості знань здобувачів освіти. **Підтверджено**, що впровадження створеної методики сприяє розвитку розумових здібностей здобувачів освіти та підвищенню рівня їх фахової підготовки. Експериментально **перевірено** в освітньому процесі ЗФПО педагогічну ефективність розробленої методики навчання інтегративного курсу фізики.

Аналіз статистичних даних педагогічного експерименту підтвердив позитивні тенденції в успішності студентів фахових інженерних коледжів у контексті засвоєння навчального матеріалу інтегративного курсу фізики, що було досягнуто завдяки впровадженню нової методики. Результати дослідження в експериментальних групах підтверджують їхню статистичну достовірність.

Для кількісного аналізу ефективності методики були використані методи математичної статистики. З метою перевірки вихідного рівня підготовки студентів у контрольних і експериментальних групах перед початком експерименту був використаний критерій Стюдента. Отримані значення критерію Стюдента не перевищували критичних значень для всіх категорій, що свідчить про ідентичність груп на етапі початку експерименту.

Важливо відзначити, що усі значення критерію Стюдента свідчать про значуще покращення у групах, що підтверджує ефективність запропонованої методики навчання фізики.

Загальний результат педагогічного експерименту був також підтверджений експертною оцінкою, що підтверджує педагогічну ефективність розробленої робочої навчальної програми інтегративного курсу фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 17 Цілей сталого розвитку. URL: <https://globalcompact.org.ua/tsili-stijkiego-rozvytku/> (дата звернення 15.11. 2023).
2. Азнаурян І. О. Фізика та фізичні методи дослідження матеріалів. Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2007. 250 с.
3. Алексюк А. М., Грищенко Н. М., Киричук А. В. Педагогіка. К. : Вища школа, 1985. 295 с.
4. Алексєєва С. В. Підготовка майбутніх дизайнерів до розвитку професійної кар'єри: теорія і практика : монографія. Київ : Міленіум, 2018. 484 с.
5. Андрущенко В. П., Губерський Л. В., Михальченко М. І. Соціальна філософія. Історія, теорія, методологія : Підручн. для вищ. навч. закл. Вид. 4-те, випр. та доп. К. : Юрінком Інтер, 2016. 552 с.
6. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ. 1999. 174 с.
7. Ахундов М. І. Українська радянська енциклопедія : у 12 т. / гол. ред. М. П. Бажан ; редкол.: О. К. Антонов та ін. 2-ге вид. К. : Головна редакція УРЕ, 1974–1985.
8. Бажан С. П. Управління процесом практичної підготовки молодших спеціалістів технічних спеціальностей в умовах навчально-науково-виробничого комплексу : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Київ. 2017. 23 с.
9. Бантюкова С. О. Алгоритми та основи програмування : Конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Ч.1. 35 с.
10. Барканов А. Б. Професійно орієнтоване навчання фізики студентів агротехнічних коледжів : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Бердянськ, 2020. 258 с.
11. Барканов А. Б., Шишкін Г. О. Лабораторні роботи з фізики для агротехнічних коледжів. Бердянськ : ТОВ «Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні», 2018. 105 с.

12. Бевз А.В. Особливості методів навчання фізики і астрономії у коледжах на засадах індивідуального підходу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Т. 1. №. 177. С. 30–34.

13. Бевз А.В. Структура методичної системи професійного спрямування навчання інтегративного курсу фізики та астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 183. С. 177–179. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2019-1-183-177-179>.

14. Бевз А.В. Особливості формування професійної компетентності фахових молодших бакалаврів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2020. Вип. 191. С. 212–216. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-191-212-216>.

15. Бевз А.В. Формування спеціальних компетентностей з фізики випускника закладу фахової передвищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 198. С. 202–205. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-202-205>.

16. Бевз А.В. Структурно-змістова компонента курсу фізики і астрономії при формуванні професійної компетентності у закладах фахової передвищої освіти інженерного профілю. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 201. С. 150–155. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-150-155>.

17. Бевз А.В. Результати педагогічного експерименту з перевірки ефективності моделі методичної системи навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. №. 212. С. 188–192. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-188-192>.

18. Бевз А.В. Використання інтерактивних симуляцій для виконання лабораторних робіт з фізики. Засоби і технології сучасного навчального середовища : матер. XVII (XXVII) міжнародної науково-практичної конференції, 25 червня 2021 року, м. Кропивницький, 2021. С. 3–5.

19. Бевз А. В., Садовий М. І. Збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту: навчально-методичний посібник. Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 112 с.

20. Бевз А. В., Садовий М. І. Фізика. Професійно орієнтовані лабораторні роботи: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 72 с.

21. Бевз А. В. Використання освітніх цифрових платформ у навчанні курсу фізики і астрономії. *Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти* : матеріали наук.-практ. конф. 12-13 вер. 2019 р. м. Херсон, 2019. С.90–91.

22. Бевз А. В. Структура методичної системи курсу фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. IX Міжнарод. наук.-практ. онлайн-інтернет конференції, 18-29 листопада 2019 року, м. Кропивницький, 2019. С. 65–67.

23. Бевз А. В. Використання освітніх цифрових платформ для дистанційного навчання фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. X Міжнарод. наук.-практ. онлайн-інтернет конференції, 25 травня – 4 червня 2020 року, м. Кропивницький, 2020. С. 35-37.

24. Бевз А. В. Формування професійної компетентності фахових молодших бакалаврів під час навчання фізики. *II Шкловські читання «Проблеми сучасних природничо-математичних наук та методик їх викладання»*: матер. II Міжнародної науково-практичної конференції, 28–29 жовтня 2020 року, м. Глухів, 2020. С. 49.

25. Бевз А. В. Методичні аспекти впровадження професійно спрямованого навчання фізики у фахових коледжах. *Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в Україні*: матер. Всеукраїнської науково-практичної конференції, 16-17 вересня 2021 р., Херсон, 2021. С. 3–4.

26. Бевз А. В. Дидактична модель формування професійної компетентності у інженерних фахових коледжах при вивченні курсу фізики і астрономії. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. XII Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 01–16 листопада 2021 року, м. Кропивницький, 2021. С.62.

27. Бевз А. В. Компетентності випускника інженерного фахового коледжу, що формуються на заняттях з фізики. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. XI Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 07 травня – 14 травня 2021 р., м. Кропивницький, 2021. С. 92–94.

28. Бевз А. В. Цифровізація навчання курсу фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти інженерного спрямування. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. XIV Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 20 листопада – 08 грудня 2022 року, м. Кропивницький, 2022. С. 97–100.

29. Бевз А. В. Аналіз зв'язку програм загальноосвітнього курсу фізики і астрономії та програм основних спецдисциплін фахових інженерних коледжів. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. XV Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції присвяченій 95-й річниці з Дня народження академіка Національної академії педагогічних наук С.У.Гончаренка, м. Кропивницький, 20 – 24 червня 2023 року. С. 104–105.

30. Бевз А. В. Окремі особливості методики навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах. *Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті*: матер. XVI Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції, 20 листопада – 14 грудня 2023 року, м. Кропивницький, 2023. С. 92–93.

31. Бевз А. В. Система навчання інтегративного курсу фізики та технічних дисциплін в інженерному коледжі в умовах ННВК. *Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті* : матер.

XVII Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції, 20–27 червня 2024 року, м. Кропивницький, 2024. С. 23–24.

32. Бенедисюк М. М. Система завдань міжпредметного змісту як засіб формування компетентності з фізики в учнів основної школи : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2018. 321 с.

33. Бех І. Д. Вибрані наукові праці. Виховання особистості. Вибрані наукові праці: у 2 т.: Т.1. Чернівці: Букрек, 2015. 840 с.

34. Белова Ю. Ю. Модель професійної компетентності майбутнього інженера машинобудівної галузі. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Сер.: Педагогічні науки*. 2014. №. 2. С. 13–19.

35. Биков В. Ю. Відкрите навчальне середовище та сучасні мережні інструменти систем відкритої освіти. *Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць*. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. № 9(16). С. 9–16.

36. Биндас О. М. Професійна підготовка вчителів іноземних мов магістерського рівня в університетських коледжах педагогічної освіти Австрії : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04, Полтав. нац. пед. ун-т ім. В. Г. Короленка. Полтава, 2016. 20 с.

37. Бирка М. Ф. Розвиток професійної компетентності викладача інформаційних технологій професійно-технічного навчального закладу. : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04. Київ, 2010. 252 с.

38. Бібік Н. М. Компетентність у навчанні. *Енциклопедія освіти*. Акад. пед. наук України, 2008. С. 408-409.

39. Білецький В. В. Методичні засади реалізації виховних функцій навчання фізики в коледжах економічного профілю. : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.02. Київ, 2018. 392 с.

40. Борисюк Л. О. Формування професійної компетентності майбутніх бакалаврів сестринської справи у процесі вивчення хіміко-біологічних дисциплін : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2016. 20 с.

41. Борова Т. А. Теоретичні засади адаптивного управління професійним розвитком науково-педагогічних працівників вищого навчального закладу : монографія. Х. : Компанія СМІТ, 2011.
42. Братко М. В. Теоретичні і методичні засади управління професійною підготовкою фахівців в освітньому середовищі університетського коледжу : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04, 13.00.06. Київ. 2018. 44 с.
43. Братко М. В. Фахові коледжі як освітній ресурсний центр розвитку людського капіталу. *Educological discourse*, 2021, № 4 (35). Р. 15–36.
44. Бронішевська О. В. Інтеграційні процеси як засоби засвоєння учнями знань з фізики та астрономії. *Наукові записки. Серія : Педагогічні науки*. 2019. Вип. 177(1). С. 78-81.
45. Бугайов О. І., Головка М. В. Концептуальні підходи до профільного навчання фізики в загальноосвітній школі. *Педагогічна і психологічна науки в Україні : до 15-річчя АПН України*. К., 2007. Т. 2 : Дидактика, методика, інформаційні технології. С. 220–227.
46. Бугайов О. І., Головка М. В. Методичне забезпечення профільного навчання фізики в загальноосвітній школі. *Фізика та астрономія в школі*. 2007. № 4 (61). С. 14-17.
47. Бугайов О.І. Взаємозв'язок вивчення фізики і виробничого навчання в середній школі (на матеріалі підготовки механізаторів сільського господарства): автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Київ. держ. пед. ін-т ім. О.М. Горького. К., 1963. 22с.
48. Варій М. Й., Ортинський В. Л. Основи психології і педагогіки: навч. пос. для студ. вищ. навч. закл. 2-ге вид. К. : Центр учбової літератури, 2009. 376 с
49. Величко С. П., Соменко Д. В., Шульга С. В. Удосконалення фізичного практикуму з квантової фізики комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання. *Проблеми математичної освіти ПМО*: матеріали міжнародної науково-методичної конференції, 11-12 квітня 2019 р., м. Черкаси, 2019. С. 199.

50. Вітченко А. Суб'єкт-суб'єктна взаємодія чи студентоцентризм? (До проблеми кореляції методологічних принципів та підходів у сучасній вищій освіті). *Вища школа*. 2021. № 5. С. 39–50

51. Вовкотруб В. П. Ергономічний підхід до розвитку і створення засобів для навчального фізичного експерименту. *Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2015. №. 8 (1). С. 112–115.

52. Вовкотруб В. П. Реалізація принципу політехнізму через використання сучасних засобів в процесі навчання фізики. *Наукові записки КДПУ. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. : КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Вип. 10, ч. 3. С. 38–42.

53. Воловик П. М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці. Київ : Радянська школа, 1969. 222 с.

54. Воловик П.М. Фізика для університетів, повний курс в одному томі. Ірпінь : «Перун», 2005. 864 с.

55. Гаращук О. В., Куценко В. І. Освітня сфера — важливий чинник інноваційного сталого розвитку. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. №3(2), 2021. С. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.37472/2707-305X-2021-3-2-11-3>

56. Герлянд Т. М. Теоретичні і методичні основи загальноосвітньої підготовки майбутніх кваліфікованих робітників аграрного профілю : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Київ. 2021. 43 с.

57. Головка М. В. Удосконалення методики проведення лабораторних робіт з використанням програм-симуляторів. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені ТГ Шевченка*. 2002. С. 230–232.

58. Головка М. В., Крижановський С. Ю., Мацюк В. М. Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. №. 47, вип. 3. С 36–48.

59. Гончаренко С. У. Концепція середньої загальноосвітньої школи України / Ярмаченко М. Д., Гончаренко С. У. (кер. групи) та ін. *Інформ. зб. М-ва освіти України*. 1992. № 4. С. 4–29.
60. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження: методичні поради молодим науковцям. Київ-Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2008. 278 с.
61. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997.
62. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 171 с.
63. Григорчук О. М. Система задач як засіб професійно орієнтованого навчання фізики в будівельних коледжах : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2021. 260 с.
64. Гриженко В. В. Розвиток фахових компетентностей викладачів загальнотехнічних дисциплін в умовах методичної роботи закладів професійно-технічної освіти : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2020. 22 с.
65. Губерський Л. В. Філософія : підручник для студентів вищих навчальних закладів [кол. авторів; за ред. Л.В. Губерського]. Вид. 2-ге, перероб. і допов. Харків : Фоліо, 2018. 621 с.
66. Гуревич Р. С., Гуржій А. М., Кадемія М. Ю. Інформаційно-комунікаційні технології в професійній освіті : монографія. Вінниця : ТОВ Нілан, 2016. 112 с.
67. Даниленко Л. І., Швець Т. Е., Балакшина О. М. Інноваційна модель управління закладом загальної середньої освіти на засадах змішаного навчання та тьюторингу: результати експерименту. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5 : Педагогічні науки : реалії та перспективи : зб. наук. праць*. 2020. Вип. 75 (т. 1) С. 62-67. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2020.75.13>

68. Демкова В. О., Мисліцька Н. А., Заболотний В. Ф. Електронний навчально-методичний комплект «Природничі науки в педагогічних університетах: лабораторний експеримент з фізики в хмаро орієнтованому середовищі». *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2021. №. 27. С. 96-100.

69. Демкова В. О., Хомяковський Ю. Л. Класифікація засобів навчання фізики у вищій школі. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 1(15). С. 187-190.

70. Дерев'янка О. В. Педагогічні умови формування професійної компетентності майбутніх гірничих інженерів в процесі навчання фахових дисциплін. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України*. 2013. Вип. 5.

71. Дідович М.М., Савченко В.Ф., Мельничук О.В. Методика навчання розв'язувати задачі з фізики: Навч. посібник. Ніжин: Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2012. 472 с.

72. Дмитрієва В. Ф. Фізика : навч. посіб. Київ : Техніка, 2008. 648 с.

73. Драбович М. П. Фізика. Програма для вищих навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації зі спеціальності 5.06010101 «Будівництво та експлуатація будівель і споруд». Немирівський будівельний технікум Вінницького НАУ. 2010. 11 с.

74. Дробін А. А. Формування фізичних понять у школярів на основі статистичного та імовірнісного підходів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02. Кіровоград, 2012. 20 с.

75. Дробін А.А., Гайда В.Я., Бевз А.В. Формування природничо-наукової та самоосвітньої компетентності на прикладі предметної компетентності з фізики та астрономії. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, VIII (94), Issue: 236, Budapest, 2020 Sept. p. 22-25. e-ISSN 2308-1996. <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2020-236VIII94-05>.

76. Дубінецький В. В. Організаційно-педагогічні умови формування управлінської культури викладачів у системі методичної роботи технічних

коледжів : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.06. Черкас. нац. ун-т ім. Б. Хмельницького. Черкаси, 2016. 20 с.

77. Дудник І. М. Вступ до загальної теорії систем. Київ : Кондор. 2010. 128 с. URL: http://www.dut.edu.ua/ru/uploads/l_1142_42884991.pdf

78. Дудова Д. О. Формування національно-патріотичної свідомості майбутніх фахівців морської галузі у процесі професійної підготовки у коледжах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2021. 21 с.

79. Дьомін О. А. Теоретичні і методичні основи професійної підготовки бакалаврів із агроінженерії : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Київ, 2018. 22 с.

80. Експертні методи в автоматизованих системах керування : Формування та напрями використання експертних знань : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л. Д. Ярошук. 2-ге вид., допов. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 43 с.

81. Експертні оцінки в науково-технічному прогнозуванні / Г.М. Добров та ін. Київ: Наукова думка. 1974. 105 с.

82. Електротехніка та основи електроніки : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / Гуржій А. М. та ін. Київ : Літера ЛТД, 2020. 288 с.

83. Енциклопедія освіти / голов. ред. В.Г. Кремень. К. : Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.

84. Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система. Довідник користувача / пер. з англ.; за ред. д-ра техн. наук, проф. Ю. М. Рашкевича та д-ра пед. наук, доц. Ж. В. Таланової. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. 108 с.

85. Єгорова О. В. Застосування середовищного підходу до формування у здобувачів вищої освіти культури іншомовного професійного спілкування. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*, 2022, вип. 58. С.17-27.

86. Єфименко С. М. Методика формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Бердянський державний педагогічний університет. Бердянськ, 2021. 298 с.

87. Жданов Л. С., Жданов Г. Л. Підручник «Фізика», для середніх спеціальних навчальних закладів. 3-є видання. К. : Вища школа, 1985. 494 с.

88. Журавська Г. В., Качаєнко О. Б., Кузьма О. В., Рева Н. В., Стогній В. І. Класичні методи розв'язування задач математичної фізики. Навчальний посібник для інженерних спеціальностей. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 258 с.

89. Заболотна А. Г., Ільченко Н. В. Інформаційне освітнє середовище як складова підготовки кваліфікованих фахівців. *Матеріали Міжвузівської науково-практичної конференції «Формування сучасного освітнього середовища: теорія і практика»*. Зб. наук. пр. Редкол.: Н.В. Ільченко (голова) та ін. Ірпінь, 2020. 100 с. С. 5–9

90. Заболотна Н. І., Мусійчук І. В., Костюк С. В. Концепції та підходи до побудови спецпроцесорів для ітераційного розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2008. № 2. С. 34–41.

91. Заболотний В. Ф., Мисліцька Н. А., Слободянюк І. Ю. Дидактичні можливості використання веб-орієнтованих технологій під час навчання фізики в класах гуманітарного профілю. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Том 65. №3. С. 53-65. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2074>.

92. Задорожній М. І. Технологія розв'язування фізичних задач. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць*. Випуск 3: В 3-х томах, 2003. Т. 2. С. 116–119.

93. Зайченко І.В. Педагогіка. К. : Освіта України, КНТ, 2008. 528 с.

94. Заклади фахової передвищої та вищої освіти поступово відмовляються від дистанційного формату навчання на користь очного. Державна служба якості

освіти України. URL: <https://sqe.gov.ua/zakladi-fakhovoi-peredvishhoi-ta-vishhoi-o/> (дата звернення 15.11. 2023).

95. Закон України «Про інноваційну діяльність». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text> (дата звернення 15.11. 2023).

96. Закон України «Про культуру». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2778-17#Text> (дата звернення 15.11. 2023).

97. Закон України «Про наукову та науково-технічну діяльність». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (дата звернення 14.08.2023).

98. Закон України «Про повну загальну середню освіту» від 16.01.2020 № 463-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/463-20> (дата звернення 14.08.2023).

99. Закон України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3715-17#Text> (дата звернення 14.08.2023).

100. Закута О. А. Особливості викладання технічних спеціальних дисциплін інженером-педагогом. *Роль коледжів та професійних училищ у здобутті вищої освіти*. Матеріали VI науково-методичної конференції викладачів коледжів Одеської національної академії харчових технологій. Одеса: ОНАХТ. 2019. С. 67.

101. Засекіна Т. М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика : монографія. Київ : Пед. думка, 2020. 400 с.

102. Засекіна Т. М., Тишковець М. Від «стандарту змісту» до «стандарту результатів» - концептуальні засади реформування загальної середньої освіти. *Український педагогічний журнал*, №4. 2021. С. 134–141.

103. Збірник задач з фізики з прикладами розв’язання : навч. посіб. : у 2 ч. Частина 2. Електричний струм. Магнітне поле. Оптика. Радіоактивність / Дворниченко А. В. та ін. Суми : Сумський державний університет, 2015. 230 с.

104. Зязюн І. А. Освітні парадигми та педагогічні технології у вимірах філософії освіти. *Науковий вісник МДУ імені В.О. Сухомлинського*. Випуск 1.28. Педагогічні науки. С. 20–26.

105. Ільченко В. Р., Гуз К. Ж. Проблеми втілення в інтегрованому природознавчому курсі державного стандарту освіти. *Український педагогічний журнал*, №3. 2015. С. 116-125.

106. Інноваційна діяльність та трансфер технологій. URL: <https://mon.gov.ua/ua/tag/doslidzhennya-ta-innovatsii> (дата звернення 14.08.2023).

107. Каленський А. А. Фахова передвища освіта: концептуальні засади стандартизації підготовки молодших спеціалістів. *Науковий вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Серія «Педагогіка. Психологія»*. 2017. Вип. 277. С. 101-105.

108. Каленський А. А., Лузан П. Г., Ваніна Н. М., Пашенко Т. М., Кравець С. Г., Пятничук Т. В. Стандартизація професійної освіти: теорія і практика; монографія : За наук. ред. А. А. Каленського. Житомир: «Полісся», 2018. 256 с.

109. Карімов І. К. Комп'ютерні методи та засоби розв'язання інженерних задач : навч. посібник. Кам'янське : ДДТУ, 2017. 283 с.

110. Килимник С. М. Організація професійно-орієнтованої діяльності студентів у процесі вивчення фізики в коледжах : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2017. 225 с.

111. Клименко К. Студентоцентризм як принцип академічної культури сучасного університету. *Дидактика*. 2017. № 17. С. 60–63

112. Кнодель Л. В. Сучасна вища освіта у США. *Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. серія «Педагогіка і психологія»*. 2012. № 2 (4). С 18–23.

113. Ковальчук Л. Моделювання науково-педагогічних досліджень: Навчальний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 520 с.

114. Козак М. О. Розроблення технології виготовлення ковша екскаватора: кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю «131 - Прикладна механіка». Тернопіль: ТНТУ, 2022. 89 с.

115. Козаченко Н. П. Критичне мислення: граничні підходи та оптимальні шляхи. *Актуальні проблеми духовності : зб. наук. праць*. 2017. Вип. 18. С. 165–178.
116. Концептуальні основи державного стандарту загальної середньої освіти / Гончаренко С. У. та ін. *Фізика і астрономія в школі*. 1996. Т. 1. С. 6–10.
117. Корсак Ю.К. Концепція сталого розвитку у змісті філософії освіти : автореф. дис. ... канд. філос. наук : 09.00.10. Київ, 2012. 20 с.
118. Костроміна Г. М. Філософська концептуалізація соціального потенціалу знання у векторі сталого розвитку суспільства : автореф. дис. ... канд. філос. наук : 09.00.03. Київ, 2019. 21 с.
119. Кремень В.Г. Філософія людиноцентризму в системі сучасних цінностей. *Вісник НАПН України*. 2023. 5(1). С. 1–6.
120. Кремень В. Г. Філософія людиноцентризму в стратегіях освітнього простору. К. : Педагогічна думка. 2009. 520 с.
121. Кузьменко О. С. Міждисциплінарність як чинник розв'язання проблем упровадження інновацій у процесі навчання фізики в технічних ЗВО. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2021. С. 174–178. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2021.79.1.37>.
122. Кулішов В.С. Теоретичні і методичні аспекти проведення інтегрованих занять у закладі професійної освіти на засадах компетентнісного підходу : навчально-методичний посібник. Біла Церква : БІНПО ДЗВО «УМО» НАПН України, 2021. 68 с.
123. Курок Р. Тенденції розвитку фахової передвищої освіти в сучасних умовах. *Професійна педагогіка*. 2021. № 1(22). DOI: <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2021.22.41-48>.
124. Кух А. М., Кух О. М. STEM: Світогляд і природничо-наукова компетентність. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 2021. Випуск 27: Концепція формування природничо-наукової компетентності та світогляду майбутнього

фахівця в умовах STEM-освіти. С. 153–160. <http://ped-series.kpnu.edu.ua/issue/view/15119>

125. Кух А. М., Кух О. М. Світоглядно-ціннісні аспекти STEM-освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2023. Випуск 29: Дидактичні передумови становлення майбутнього вчителя в умовах інновацій природничо-наукової освіти. С. 118–124. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2023-29.118-123>

126. Лаврененко В. В. Матриці оцінювання освітніх програм як інструмент їх удосконалення на засадах студентоцентризму. *Студентоцентризм у системі забезпечення якості освіти в економічному університеті* : зб. матеріалів Всеукр. наук.-метод. конф. за міжнар. участю (Київ, 2–3 берез. 2016 р.) / М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана» ; редкол.: А. М. Колот, Т. В. Гуть. Київ : КНЕУ, 2016. С. 48–49.

127. Лаврова А. В., Заболотний В. Ф. Підхід до організації і проведення шкільного навчального фізичного експерименту. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. Т. 6. №. 50. С. 57–70.

128. Лактіонов І. С., Вовна О. В., Зорі А. А. Комп'ютеризовані вимірювачі комплексу фізичних параметрів ґрунтів та мікроклімату промислових теплиць: монографія. Покровськ: ДВНЗ ДонНТУ, 2016. 212 с.

129. Лапінська І. А., Лапінський В. В. Мотивація навчальної діяльності та можливості використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальних закладах інтенсивної педагогічної корекції. *Науковий часопис НПУ імені МП Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2002. С. 306–313.

130. Леу С. О. Система професійної освіти і навчання Великої Британії: стратегія, пріоритети та реформи. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. 2018. Вип. 14. С. 99–106.

131. Ляшенко О. І. Якість освіти як чинник розвитку української школи. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. 2012. Вип. 4. С. 225–229.

132. Ляшенко Я. О., Хоменко О. В. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання : навч. посіб. : у 2 ч. Частина 1. Механіка. Термодинаміка. Електростатика. Суми : Сумський державний університет, 2013. 224 с.

133. Макієвський О. І. Професійна підготовка майбутніх механіків до технічного сервісу у закладах освіти : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2021. 192 с.

134. Маланюк Н. М. Формування професійної компетентності в студентів коледжу (залізничників). *Молодий вчений*. 2018. №. 6 (1). С. 154-157.

135. Мартинов А. Ю. Постіндустріальне суспільство // Енциклопедія історії України: у 10 т. / редкол.: В.А.Смолій (голова) та ін. ; Інститут історії України НАН України. К. : Наукова думка, 2011. Т. 8. С. 439.

136. Мартинюк О.С. Проектні інновації в системі STEM-орієнтованого навчання студентів та учнів. *Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету : Педагогічні науки*. Вип. 3. 2021. С. 90–98. DOI: <https://doi.org/10.31494/2412-9208-2021-1-3-90-97>

137. Мартинюк О. С., Мирончук Г. Л., Панкевич С. С. Організаційно-методичні умови використання цифрових лабораторій у системі впровадження освітнього напрямку STEM. *Фізика та освітні технології*. 2022. Випуск 1. С. 34–40. DOI: <https://doi.org/10.32782/pet-2022-1-4>

138. Марцева Л. А. Теоретичні та методичні основи професійної підготовки молодших спеціалістів радіотехнічного профілю : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Житомир, 2015. 40 с

139. Марцин В. С., Міценко Н. Г., Даниленко О. А. Основи наукових досліджень. Навчальний посібник. Л. : Ромус-Поліграф, 2002. 128 с.

140. Мельник Ю. С. Способи розв'язування прикладних фізичних задач. *Педагогічна освіта: теорія і практика*. 2011. №. 9. С. 170–175.

141. Металорізальні верстати. ТОВ "МАШІНТЕХ" . URL: <https://www.met.ua/product-category/metaloobrobni-verstaty1/metalorizal-ni-verstaty/> (дата звернення 15.10.2023).

142. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Конструювання і технологія приладів мікро- та наноелектроніки» для студентів спеціальності «Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої». URL: <https://is.gd/7X9kNv> (дата звернення 14.08.2023).

143. Методичні основи оцінювання якості підготовки фахівців у закладах фахової передвищої освіти: методичний посібник / Лузан П. Г. та ін. Житомир : Полісся, 2021. 301 с.

144. Мисліцька Н. А., Семенюк Д. С., Колесникова О. А. Мобільне навчання в системі сучасних методичних підходів до організації і проведення учнями фізичних досліджень. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Вип. 183. 2019. С. 23– 28.

145. Михнюк М. І. Теоретичні і методичні основи розвитку професійної культури викладачів спеціальних дисциплін будівельного профілю : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Київ, 2018. 22 с.

146. Міністерство освіти і науки України : Затверджені стандарти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/fahova-peredvisha-osvita/sektor-fahovoyiperedvishoyi-osviti/zatverdzheni-standarti> (дата звернення 21.08.2022).

147. Моляко В. О., Музика О. Л. Здібності, творчість, обдарованість: теорія, методика, результати досліджень. Житомир : Рута, 2006. 320 с.

148. Навички для сучасної України. Звіт підготовлений групою Світового банку у складі Хімени Дель Карпіо, Ольги Купець, Ноеля Мюллера і Анни Олефір. URL: http://www.ipq.org.ua/ua/news/93?fbclid=IwAR2lvpZX2_isPZ1dRqokALs0utmO4g_93v2MID9JeMrNKkAfhJ_hQ_S5YTo (дата звернення 14.08.2023).

149. Навчальний план підготовки спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» URL: [http://www.kemt.kiev.ua/assets/content/navthalni%20plan/navchalnij-plan-9-ka-1-kurs-ksm-2024-2025-\(2\).pdf](http://www.kemt.kiev.ua/assets/content/navthalni%20plan/navchalnij-plan-9-ka-1-kurs-ksm-2024-2025-(2).pdf) (дата звернення 11.05.2023).

150. Навчально-методичне забезпечення освітніх компонентів : довідник для пед. та наук.-пед. працівників / уклад. Н. М. Савельєва. Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2017. 80 с.

151. Національна рамка кваліфікацій. Додаток до постанови Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341.

152. Неперервна професійна освіта: філософія, педагогічні парадигми, прогноз : монографія / Андрущенко В. П. та ін. ; за ред. В. Г. Кременя. К. : Наук. думка, 2003. 853 с.

153. Нємцева Н. С. Професійно-особистісне становлення майбутніх інженерів у культурно-освітньому середовищі вищого технічного навчального закладу : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Державний заклад «Південноукраїнський державний педагогічний університет імені К.Д.Ушинського». Донецьк, 2012. 245 с.

154. Нізовцев А. В. Розробка моделі професійної компетентності інженера. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2013. № 8. С. 243–255.

155. Ніколаєнко С. М. Нова стратегія освіти України. *Вісник післядипломної освіти*. 2010. Вип. 2. С. 105-121.

156. Нова українська школа: poradnik dla vchytelja / Під заг. ред. Бібік Н. М. К. : ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2017. 206 с.

157. Обладнання. Сучасні станки ЧПУ - NC Engineering Ukraine. NC Engineering Україна. Токарні і фрезерні роботи на ЧПУ верстатах, Металообробка, Виробництво, виготовлення деталей з металу та пластмаси. - NC Engineering Ukraine. URL: <https://ncengineering.net/equipment.html> (дата звернення 14.08.2023).

158. Омеляновський М. Є. Проти індетермінізму в квантовій механіці. *Філософські питання сучасної фізики*. Київ, 1956. С. 6–43.

159. Онищук В. О. Типи, структура і методика уроку в школі. К., 1973. 161 с.

160. Опанасенко В. П. Формування дослідницьких умінь майбутніх інженерів-педагогів у процесі вивчення дисциплін професійно-орієнтованого циклу : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Глухів, 2016. 21 с.

161. Освітньо професійна програма. Спеціальність 133 Галузеве машинобудування. URL: http://hpk.edu.ua/uploads/2019/02/Osvitnya-PROGRAMA_MG_IM-2019-Finish_1556272829.pdf (дата звернення 14.08.2023).

162. Освітньо-професійна програма «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». URL: https://ccte.nau.edu.ua/%D0%9F%D1%80%D0%B0/%D0%9E%D0%9F%D0%9F-2023/%D0%9E%D0%9F%D0%9F_174_2023.pdf (дата звернення 14.08.2023).

163. Освітньо-професійна програма «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів» <http://ncntu.com.ua/index.php/struktura/opp-obsluhovuvannia-ta-remont-avtomobiliv-i-dvyhuniv> (дата звернення 14.08.2023).

164. Освітньо-професійна програма 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. URL: https://natc.org.ua/docs/polozhennya/Os_prog_174_2023_23.pdf (дата звернення 14.08.2023).

165. Основи електротехніки та електроніки. Програма навчальної дисципліни. Харківський природоохоронний фаховий коледж Одеського державного екологічного університету. URL: <http://www.gidromet.edu.kh.ua/Files/downloads/Навчальна%20програма%20Основи%20електротехніки%20та%20електроніки.pdf> (дата звернення 14.08.2023).

166. Особливості вступу до вишів у 2024 році: терміни та основні етапи. URL: <https://osvita.ua/vnz/91575/>

167. Павлиш Т. Г. Розвиток професійної мобільності викладачів інформатики у системі науково-методичної роботи коледжів : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2018. 21 с.

168. Панцир С. І., Мельник С. В. Як в Україні створити сучасну систему кваліфікацій? К. : Європейський інформаційно-дослідницький центр, 2016. 64 с.

169. Парадигми розвитку та тенденції реформування шкільної освіти в Україні у добу незалежності : монографія. / колектив авт. : Дічек Н. П., Саух П. Ю., Євтух М. Б., Бойченко М. І., Антонєць Н. Б., Загородня А. А.,

Шевченко С. М. ; за заг. ред. д-ра пед. наук, проф. Н. П. Дічек. Київ : Педагогічна думка, 2022. 507 с.

170. Параскевич С. П. Методика використання графічних засобів навчання алгебри та початків аналізу студентів техніко-технологічних спеціальностей технікумів і коледжів : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Київ. 2006. 21 с.

171. Педагогічна майстерність: Підручник. Зязюн І. А. та ін. / за ред. Зязюна І.А.. К.: Вища шк., 1997. 349 с

172. Педагогічна психологія: навч. посіб. / Сергєєнкова О. П. та ін. К. : Центр учбової літератури, 168, 2021. 55 с.

173. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті. *Молодь і ринок*. 2014. №. 6. С. 44–48.

174. Пилипенко О. С. Формування STEM-компетентностей студентів закладів фахової передвищої освіти у навчанні математики : дис. ... д-ра філософії : 015 Професійна освіта (Цифрові технології). Кривий Ріг, 2023. 284 с.

175. Пінчук В. М. Психолого-педагогічні засади впровадження інноваційних технологій у вищій школі. Сучасна вища школа: психолого-педагогічний аспект : монографія / за ред. Н.Г. Ничкало. К. : ІПППО, 1999. С. 246–257.

176. Пінчук О. П., Литвинова С. Г., Буров О. Ю. Синтетичне навчальне середовище – крок до нової освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Т. 60, № 4. С. 28–45.

177. Подопрігора Н. В, Садовий М.І., Трифонова О.М. Вимоги галузових стандартів вищої освіти до якості професійної підготовки майбутніх вчителів у результатах навчання математичних методів фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 016. Вип. 22: Дидактичні механізми дієвого формування компететнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. С. 45–48. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2016-22.45-48> .

178. Подопрігора Н. В. Методична система навчання математичних методів фізики у педагогічних університетах: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04;

13.00.02 / Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. Кіровоград, 2016. 589 с.

179. Полякова Г. Розвиток середовищного підходу у вищій освіті в умовах глобальних змін. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2018, № 4 (78). С. 186–199.

180. Потапова О. М. Математичний аналіз: розв’язування прикладних задач засобами ІКТ : навчальний посібник. Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. Том XII. Випуск 2 (33) : спецвипуск «Навчальний посібник у журналі». 54 с.

181. Пояснювальна записка. Фізика. 10–11 класи. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/fizika.poyasnitelnaya-zapiska.pdf> (дата звернення 14.02.2023).

182. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII.

183. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : Постанова Каб. Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1392 : станом на 1 верес. 2020 р.

184. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо розроблення стандартів фахової передвищої освіти : Наказ Міністерства освіти і науки України від 13 липня 2020 р. № 918.

185. Про затвердження національної рамки кваліфікацій : Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1341 (зі змінами).

186. Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.15 р. № 266 (зі змінами).

187. Про затвердження Положення про акредитацію освітньо-професійних програм фахової передвищої освіти. Затверджено наказом МОН України від 01 липня 2021 р. №749.

188. Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси : Наказ Міністерства освіти і науки України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12#Text> (дата звернення 14.02.2021).

189. Про Національну доктрину розвитку освіти : Указ Президента України; Доктрина від 17.04.2002 № 347/2002.

190. Про освіту : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення 14.02.2021).

191. Про основні компетенції для навчання протягом усього життя. : Рекомендація 2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС). 18 груд. 2006.

192. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-p#Text> (дата звернення 14.02.2023).

193. Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 23.02.2022 р. № 286-р.

194. Про фахову передвищу освіту : Закон України від 20.03.2020 №2745-VIII.

195. Програма навчальної дисципліни «Електротехніка та основи електроніки». URL: <http://ntpu.org.ua/files/dostup/2ProgEOE.pdf> (дата звернення 16.02.2023).

196. Професійно освітній портал – Токар. Спеціальна технологія. 2 розряд. URL: <https://turner2.pto.org.ua/index.php/turner2-tema3/turner2-modul-3-17> (дата звернення 14.02.2023).

197. Пузир Т. М. Формування екологічної культури майбутніх техніків-екологів у процесі професійної підготовки в коледжах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Житомир, 2016. 20 с.

198. Равчина Т., Шемелюк Г. Організація освітнього процесу в системі фахової передвищої освіти у вимірі законодавчих змін. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*. 2019. № 34. С. 198–208.

199. Радкевич В.О., Лузан П.Г., Пащенко Т.М. Фахова передвища освіта: аналітичний огляд ефективності. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, 2022. 4(2). С. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4209>

200. Римкевич А. П. Збірник задач з фізики для 9-11 класів середньої школи. 12-е видання, Х. : ББН. 208 с.

201. Робоча програма навчальної дисципліни технологія конструкційних матеріалів. Хмельницький політехнічний фаховий коледж Національного університету «Львівська політехніка». URL: https://hpk.edu.ua/uploads/2024/02/1-TKM-programa-AT_2023-2024.pdf (дата звернення 14.02.2023).

202. Робочий навчальний план для 1-2 курсу. <https://ccte.nau.edu.ua/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%87%D1%96%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B8%20%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D1%86%D0%90.html> (дата звернення 14.02.2023).

203. Роздобудько М. О. Формування проектно-дослідницької компетентності студентів аграрних коледжів у процесі навчання фізики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Бердянськ. 2014. 23 с.

204. Розквас І. А. Педагогічні умови розвитку творчої індивідуальності майбутніх слюсарів-електриків у ліцях : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2018. 22 с.

205. Розроблення освітніх програм. Методичні рекомендації. / Захарченко В. М. та ін. за ред. В. Г. Кременя. К. : ДП «НВЦ «Пріоритети», 2014. 120 с.

206. Рубінштейн С. Л. Принцип творчої самодіяльності. Питання психології. 1986. №4. С. 101–108.

207. Руденко Є. В. Методика навчання атомної та ядерної фізики у педагогічних коледжах І-ІІ рівня акредитації : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Кропивницький, 2021. 272 с.

208. Садовий М. І. Навчальний експеримент у системі вивчення фізики в загальноосвітній школі. *Наукові записки [Кіровоградського державного*

педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Педагогічні науки. 2012. №. 109. С. 3–10.

209. Садовий М. І. Олександр Іванович Бугайов – воїн, учитель, вчений. Збірник наукових праць «Проблеми сучасного підручника», випуск 13. 2013. С. 245–254.

210. Садовий М. І., Бевз А. В. Мотиваційна діяльність викладача фізики у закладах вищої освіти I-II рівня акредитації на засадах індивідуального підходу. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2018. Т. 2. №. 173. С. 174–177.

211. Садовий М. І., Вовкотруб В. П., Трифонова О. М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навчальний посібник. Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с.

212. Садовий М. І., 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. Warsaw, 2018. Vol. 2. С. 58–62.

213. Садовий М. І., Трифонова О. М. Методологія та методика формування світоглядної складової інноваційних технологій навчання професійно-зорієнтованих дисциплін. Науковий вісник Львівської академії. Серія: Педагогічні науки. 2023. Вип. 13. С. 151–160.

214. Садовий М. І., Трифонова О. М. Методика навчання освітніх трансформаційних викликів студентів природничо-математичної та цифрової галузей. Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського. Випуск 3 (148). Одеса, 2024. DOI <https://doi.org/10.24195/2617-6688-2024-3-10>

215. Садовий М. І., Трифонова О. М. Становлення понять компетенція та компетентність. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Випуск 141. Ч. I. 2015. С. 11–14.

216. Садовий М. Особливості педагогічного експерименту у дисертаційних дослідженнях. Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного

університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Педагогічні науки. 2012. №. 106. С. 110-120.

217. Салтикова А. І., Шкурдода Ю. О. Використання віртуальних робіт у лабораторному практикумі з фізики атомного ядра. *Шляхи позааудиторної роботи студентів*. Матеріали VI Міжвузівської обласної методичної конференції 2012. Видавництво СумДУ. С. 28.

218. Сальник І. В. Віртуальне та реальне у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи : монографія. Кіровоград : ФОП Александрова М.В. 2015. Т. 324

219. Сальник І. В. Диференціація та інтеграція навчання природничих дисциплін—дві сторони єдиного освітнього процесу. *Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти*. 2023. 1. С. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-7>

220. Сальник І. В., Сірик Е. П., Мірошніченко О. І. Віртуальні навчальні середовища: сучасні технології та потенціал для освіти. *Проблеми математичної освіти ПМО: матеріали міжнародної науково-методичної конференції, 11-12 квітня 2019 р., м. Черкаси, 2019*. С. 221.

221. Семакова Т. О., Бойко Л. М. Можливості розвитку рефлексивного мислення студентів при вивченні фізики. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія : Педагогічні науки*. 2018. Вип. 167. С. 90–94.

222. Сергієнко В. П. Особливості побудови змісту курсу загальної фізики у педагогічних вищих навчальних закладах. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових праць*. 2012. № 10. С. 86–92.

223. Силабус навчальної дисципліни «Прикладні задачі з фізики». Кам'янець-Подільський Національний університет імені Івана Огієнка. URL: <https://mvf.kpnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/02/pzf-sylabus.pdf> (дата звернення 04.02.2024).

224. Сингаївська А. Феномен учіння: суб'єктна орієнтованість у студентоцентрованому середовищі вищої школи. *Вища школа*. 2015. № 2-3. С. 63–71.

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

226. Сікора Я. Б. Критерії та рівні сформованості професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики. *Вісник Житомирського державного університету*. Випуск 42. Педагогічні науки. С.154–159.

227. Сільвейстр А. М., Моклюк М. О. Розвиток теорії та методики навчання фізики в Україні. *Науковий вісник КРДПУ*. 2024. №18.2. С. 16–23. DOI: 10.32782/2410-2075-2024-18.2.

228. Сільвейстр А. Розв'язування фізичних задач у процесі підготовки майбутніх учителів хімії і біології. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: Матеріали конференції, м. Кіровоград, 22-23 травня 2015 року. Кіровоград, 2015. С. 142–143.

229. Сіпій В.В. Формування в учнів основної школи політехнічного складника предметної компетентності з фізики : дис. ... канд. пед. наук 13.00.02 / Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. Кропивницький, 2018. 330 с.

230. Сірик Е. П., Сальник І. В. Віртуально-орієнтований лабораторний експеримент з фізики для студентів нефізичних спеціальностей. *Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Т. 2. №. 11. С. 134–140.

231. Скорнякова О. Формування конкурентоспроможності майбутніх фахівців з інформаційних технологій у технічних коледжах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Київ, 2020. 21 с

232. Скрипник Л. М. Педагогічні умови організації інформаційно консультативного середовища закладу професійної освіти : дис. ... док-ра філософії : Криворізький державний педагогічний університет. Кривий Ріг, 2023. 275 с.

233. Слободянюк І. Ю., Заболотний В. Ф., Мисліцька Н. Інтерактивні симуляції в системі засобів формування експериментальних умінь здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання. *International scientific and practical conference*, July 9–10. Publishing House “Baltija Publishing”. 2021. P. 49–54. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-115-2-10>.

234. Слюсаренко В. В. Експериментальне вивчення явищ у коливальному контурі за допомогою новітнього обладнання «PHYWE». *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Т. 3. №. 11. С. 88–92.

235. Слюсаренко В. В. Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. Кіровоград, 2015. 272 с.

236. Сокол І. В. Формування професійної компетентності майбутніх судноводіїв у процесі вивчення фахових дисциплін : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Херсонська державна морська академія. Херсон, 2011. 278 с.

237. Соколюк О. М., Слободяник О. В. Застосування технології доповненої реальності у процесі навчання фізики. *Матеріали всеукраїнської вебконференції «Теорія і практика цифрового навчання в сучасних закладах освіти» (присвячується 110-річчю Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського)*. Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця.

238. Соменко Д. В., Соменко О. О. Використання можливостей апаратно-обчислювальної платформи Arduino в лабораторному практикумі з фізики. *Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Т.1. №. 9. С. 173–184.

239. Сосницька Н. Л. Вимоги до професійної підготовки вчителя фізики в умовах особистісно-орієнтованого навчання. *Вісник Житомирського педагогічного університету*. 2003. Випуск 12. С. 89–93.

240. Соснова М. А. Формування ключових компетентностей майбутніх молодших медичних спеціалістів у медичних коледжах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2017. 22 с.

241. Соціальна філософія : метод. вказівки до самостійного вивчення дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ден. та заоч. форми здобуття освіти зі спец. 242 «Туризм» / Державний біотехнологічний університет; авт.-уклад. Д. Л. Кобелєва : Харків, 2022. 17 с

242. Соцький К. О. Формування готовності майбутніх молодших медичних спеціалістів до професійного самовдосконалення : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2016. 20 с.

243. Спірін О. М., Овчарук О. В. Цифрова компетентність. *Енциклопедія освіти*. Нац. акад. пед. наук України: 2-ге вид., допов. та перероб. Київ : Юрінком Інтер, 2021. С. 1095–1096.

244. Сталий розвиток і цифрові інновації: колективна монографія / за заг. ред. академіка НАН України Буркинського Б. В., Назаренка О. А., Лайка О. І., Хаджирадевої С. К. Одеса : ДУ ІРЕЕД НАНУ, 2024. 543 с. DOI: <https://doi.org/10.31520/978-617-14-0253-9>

245. Стандарт фахової передвищої освіти (далі – Стандарт): освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр», галузь знань 13 Механічна інженерія, спеціальність 133 Галузеве машинобудування. Затверджено та введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 01.04.2022 р. № 288. Міністерство освіти і науки України.

246. Стандарт фахової передвищої освіти: фаховий молодший бакалавр, галузь знань 13 Механічна інженерія, спеціальність 131 Прикладна механіка затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 30.11.2021 р. № 1284. Міністерство освіти і науки України.

247. Стандарт фахової передвищої освіти: фаховий молодший бакалавр, галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування, спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровану технології затверджено і введено в

дію наказом Міністерства освіти і науки України від 08.12.2021 р. № 1322. Міністерство освіти і науки України.

248. Стандарт фахової передвищої освіти. Галузь знань Механічна інженерія. Спеціальність Галузеве маширобудування. Затверджено наказом МОН України №288 від 01.04. 2022. 18 с.

249. Стандарт фахової передвищої освіти. Галузь знань Механічна інженерія. Спеціальність Прикладна механіка. Затверджено наказом МОН України №1284 від 30.11. 2021. 17 с.

250. Стандарт фахової передвищої освіти. Галузь знань Транспорт. Спеціальність Автомобільний транспорт. Затверджено наказом МОН України №82 від 27.01. 2023. 16 с.

251. Стандарт шкільної фізичної освіти / Гончаренко С. У. та ін. *Фізика та астрономія в школі*. 1997. № 2. С. 2–8.

252. Стечик С. П. Індивідуалізація навчальної діяльності учнів на уроках фізики: методичний посібник. Умань : ПП Жовтий О. О., 2011. 102 с.

253. Стойка О. Я. Трансформаційні процеси у вищій школі США : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Тернопіль, 2015. 20 с.

254. Стойчик Т. І. Система управління якістю підготовки конкурентоздатних фахівців у професійних навчальних закладах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.06. Київ. 2021. 554 с.

255. Стратегія розвитку Відокремленого структурного підрозділу «Київський фаховий коледж комп'ютерних технологій та економіки Національного авіаційного університету» на період до 2030 р. Схвалений Педагогічною радою коледжу, протокол №1 від 30.08.2021 р. Київ. 12 с. URL: <https://ccte.nau.edu.ua/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F%20%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83.html> (дата звернення 04.05.2023).

256. Сухомлинський В. О. Вибрані твори: : в 5 т. Київ : Рад. шк., 1976 - 1977. Т. 4 : Павлиська середня школа; Розмова з молодим директором. 1977. 638 с. URL: <https://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/ukr0000012787>

257. Сучасні моделі професійної освіти і навчання в країнах Європейського Союзу: порівняльний досвід: монографія / В. О. Радкевич та ін.; за заг. ред. В. О. Радкевич. Київ : ІПТО НАПН України, 2018. 223 с.

258. Тарасюк І. В. Підготовка фахівців харчової і переробної промисловості в професійних навчальних закладах західних областей України (друга половина ХХ – початок ХХІ століття) : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Київ 2018. 23 с.

259. Тенденції розвитку шкільної освіти в країнах ЄС, США та Китаї : монографія / Локшина О. І. та ін. ; за заг. ред. О. І. Локшиної. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 350 с.

260. Терешук С. І. Профільне навчання фізики в старшій школі: досвід та перспективи розвитку. *Фізика та астрономія в школі*. 2007. № 2. С. 24–26.

261. Термінологічний словник з основ підготовки наукових та науково-педагогічних кадрів післядипломної педагогічної освіти / авт. кол. : Є. Р. Чернишова, Н. В. Гузій, В. П. Ляхоцький та ін. ; за наук. ред. Є. Р. Чернишової. К. : ДВНЗ «Університет менеджменту освіти», 2014. 230 с.

262. Технічна механіка. Електронний підручник. URL: <https://www.rafk.if.ua/ebook/mech/GOLOVNA.htm> (дата звернення 18.04.2023)

263. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / Сологуб М.А. та ін. Київ, 2002. 374 с.

264. Типове положення про організацію освітнього процесу в закладах фахової передвищої освіти. Затверджено наказом Міністерства освіти і науки від 02 травня 2023 року № 510.

265. Титова Н. М. Теоретичні і методичні засади психолого-педагогічної підготовки майбутніх педагогів професійного навчання : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ. 2019. 498 с.

266. Ткач Л. В. Педагогічні умови практичної підготовки майбутніх техніків-технологів у коледжах харчової промисловості. автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2020. 21 с.

267. Ткаченко А. В. Навчальний фізичний експеримент з оптики як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів : дис. канд. пед. наук: 13.00.02 / Кіровогр. держ. пед. ун-т ім. Володимира Винниченка. Кіровоград, 2012. 200 с.

268. Токар В. В. Студентоцентризм в системі внутрішнього забезпечення якості вищої освіти: імплементація в Україні досвіду університетів США. *Студентоцентризм у системі забезпечення якості освіти в економічному університеті* : зб. матеріалів Всеукр. наук.-метод. конф. за міжнар. участю (Київ, 2-3 берез. 2016 р.) К. : КНЕУ, 2016. 434 с. С. 48–49

269. Трифонова О. М. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.02, 13.00.04. Кропивницький, 2020. 44 с.

270. Трифонова О. М. Особливості створення освітнього середовища на засадах самоорганізації й інтеграції природничих наук, цифрової трансформації та комп'ютерних технологій. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. №1(48). 2021. С. 410–413. DOI: <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2021.48.410-413>.

271. Трофімчук Н. В. Формування екологічної культури студентів економіко-гуманітарних коледжів засобами реалізації інтегративного підходу : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Національний університет водного господарства та природокористування. Хмельницький, 2023. 23 с.

272. Тулмін С. Е. Філософський енциклопедичний словник / В. І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. Київ : Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України : Абрис, 2002. 742 с.

273. Туриця О.О. Формування професійної компетентності майбутніх технологів харчових виробництв на засадах інтегрованого підходу в коледжах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Тернопіль 2019. 23 с.

274. Тхоржевський Д. О. Концепція «Трудового навчання у 12-річній загальноосвітній школі» (проект). *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2001. № 2. 34 с.

275. Унгурян І., Куриш Н. Формування ключової компетентності підприємливості та ініціативності у навчально-виховному процесі загальноосвітнього навчального закладу. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2016. №. 2. С. 99–102.

276. Уроки з підприємницьким тлом: Навчальні матеріали / за заг. ред. Бобінської Е., Шияна Р., Товкало М. Варшава : Сова, 2014.

277. Федоренко В. П. Інтегроване навчання фізики при вивченні теми «Основи біомеханіки, біоакустики, біореології та гемодинаміки» в медичних коледжах. *XV (XXV) Міжнародна науково-практична конференція «Засоби і технології сучасного навчального середовища»*, м. Кропивницький, 17-18 травня 2019.

278. Федотова І., Дмитрієва О. Створення навчально-науково-виробничого комплексу нового типу в контексті концепції сталого розвитку. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. Vol. 2, №. 2, 2023, pp. 76–92. DOI: <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230202.09>

279. Фізика і астрономія. Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень). Авторський колектив під керівництвом Ляшенка О. І. Затверджено Міністерством освіти і науки України (наказ № 1539 від 24.11. 2017 р.).

280. Фізика. Астрономія: Проб. підруч. для 7 кл. серед. шк. 3-те вид., доопрац. /О.І.Бугайов, М.Т.Мартинюк, В.В.Смолянець. К.: Освіта, 1999. 287с.

281. Фізика. Астрономія: Проб. підруч. для 8 кл. серед. шк. /О.І.Бугайов, М.Т.Мартинюк, В.В.Смолянець. К.: Освіта, 1996. 367с.

282. Фізика. Астрономія: Проб. підруч. для 9 кл. серед. загальноосвіт. шк. / О.І.Бугайов, І.А.Климишин, Є.В.Коршак та ін. К. : Освіта, 1999. 367с

283. Фізика. Навчальна програма для вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку молодших спеціалістів на основі базової загальної середньої освіти / укладачі Головка М. В., Малішевська О. В., Моргун Г. М. та ін. Київ : Інститут інноваційних технологій і змісту освіти, 2010. 42 с.

284. Фізика. Навчальні програми з фізики для 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (авторський колектив під керівництвом Локтева В. М.).

285. Форкун Н. В. Методична система навчання фізики в старшій школі на засадах компетентнісного підходу: теоретичний аспект. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2014. №. 20. С. 117–119.

286. Цветкова О. В., Єфременко В. Г. Курс фізики у визначеннях, прикладах і задачах : навчальний посібник. Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2018. 146 с.

287. Чисельні методи розв'язання інженерних задач в пакеті MathCAD. Курс лекцій та індивідуальні завдання: Навч. посібник з дисципліни «Інформатика» для студентів вищих навчальних закладів / Васильєва Л. В. та ін. Краматорськ : ДДМА, 2006. 108 с.

288. Чумак М. Є. Підготовка майбутніх учителів фізики до профорієнтаційної роботи з учнями загальноосвітньої школи в умовах профілізації навчання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.04. Переяслав-Хмельницький, 2013. 20 с.

289. Чумак М. Методологічні виміри студентоцентрованого навчання. *Особистість студента та соціокультурне середовище університету в суспільному контексті* : зб. наук. пр. IV Всеукр. наук.-практ. конф. 18 травня 2020 р. м. Київ. Київ, 2020. 132 с.

290. Чумак М. У чому полягає відмінність між теорією і практикою фізичного експерименту? *Освітні обрії*. 2021. Т. 52. №. 1. С. 74–77.

291. Чупахін С. А. Формування професійної компетентності майбутніх інженерів-зв'язківців в процесі вивчення спеціальних дисциплін : дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04 / Національний авіаційний університет. Київ, 2018. 252 с.

292. Шарко В. Д., Боровий В. В. Теоретичні основи політехнічної освіти учнів старшої школи під час вивчення фізики. *Пошук молодих*. 2013. № 12. С. 222–225.

293. Шатковська Г. І. Науково-методичні засади інтеграції знань з фізики і хімії студентів вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації технікотехнологічного профілю : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2007. 247 с.

294. Шевчук О. В. Класифікація методів навчання фізиці за ознаками дієвості та продуктивності. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2011. № 17. С. 312-314

295. Щербак О. І. Теоретико-методичні засади підготовки і підвищення кваліфікації педагога професійного навчання для освіти дорослих. Монографія. К. : КППК, 2014. 141 с.

296. Юєюань У. Формування професійного іміджу в майбутніх молодших бакалаврів-журналістів в процесі підготовки у закладах фахової передвищої освіти : дис. ... д-ра філософії : 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями) / Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. 2024. 380 с.

297. Юрченко А. О. Модель формування інформаційно-комунікативної компетентності майбутніх вчителів фізики засобами електронних інтернет-технологій. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 3. С. 113–117.

298. Юрченко А. С. Взаємозв'язок навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах I–II рівнів акредитації : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ, 2015. 330 с.

299. Юрченко А. С. Фізика в живій природі. [Навчальний посібник для лісних навчальних закладів I–II рівнів акредитації]. Березне : КП Березнівська друкарня, 2008. 92 с.

300. Ягупов В. В. Педагогіка: Навч. посібник. К. : Либідь, 2002. 560 с.

301. Яковчук О. Л. Формування професійної компетентності майбутніх техніків-технологів з технології харчування в освітньому процесі коледжу : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Хмельницький, 2017. 22 с.

302. Ярмаченко М. Д. Педагогічний словник. К. : Педагогічна думка. 2001. 326 с.

303. A Tuning Guide to Formulating Degree Programme Profiles. Including Programme Competences and Programme Learning Outcomes. International Higher Education and Research Centre. URL: https://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/A-Guide-to-Formulating-DPP_EN.pdf (дата звернення 04.02.2022).

304. Anna Bevz. Features of Physics Education of Students Of Vocational Colleges Of Engineering During Covid-19 / Current problems of harmonization of personality development in the modern educational space. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021. P. 149–158.

305. Bloom B.S., Engelhart M.D., Furst E.J., Hill W. and Krathwohl D. Taxonomy of educational objectives. Volume I: The cognitive domain. New York: McKay. 207 p.

306. Brandes D., Ginnis P.. A Guide to Student Centred Learning. Oxford : Blackwell, 1986. P. 12.

307. Competence in the Learning Society / ed. by John Raven (Editor), John Stephenson (Editor). Peter Lang Publishing, 2001. 535 p.

308. Definition of Environment. Merriam-Webster: America's Most Trusted Dictionary. URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/environment> (дата звернення 04.10.2023).

309. Direção-Geral da Educação. Direção-Geral da Educação. URL: <http://www.dge.mec.pt/> (дата звернення 04.02.2022).

310. Duhem Pierre. Physical theory and experiment. *Philosophy, Science, and History*. Routledge, 2014. p. 200-219

311. Engineering Competency Model. URL: <https://www.careeronestop.org/CompetencyModel/competency-models/engineering.aspx> (дата звернення 20.12.2021).
312. Fry H., Ketteridge S., Marshall S. A handbook for teaching and learning in higher education. London : Kogan Page, 2000.
313. Gibson J. J. The Ecological Approach to Visual Perception. Boston : Houghton Mifflin. New York, Psychology Press, 2014. 346 p.
314. Guide to a Robotics Engineering Career. URL: <https://www.coursera.org/gb/articles/robotics-engineering> (дата звернення 07.05.2024).
315. Kaufmann Hannes, Meyer Bernd. Simulating educational physical experiments in augmented reality. *ACM SIGGRAPH Asia 2008 Educators Programme*. 2008. p. 1–8.
316. Khalid M. Y. et al. 4D printing: technological developments in robotics applications. *Sensors and Actuators A: Physical*. 2022. 343 p.
317. Kuhn T. S. The structure of scientific revolutions. Chicago : University of Chicago Press, 1962. 172 p.
318. Lakatos I. The Methodology of Scientific Research Programmes / ed. by J. Worrall, G. Currie. Cambridge University Press, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1017/cbo9780511621123>.
319. Lea S. J. , Stephenson D., Troy J. Higher Education Students' Attitudes to Student Centred Learning: Beyond 'educational bulimia'. *Studies in Higher Education*. 2003. № 28(3). P. 321–334.
320. Liu Chia-Yu, et al. Scientific modeling with mobile devices in high school physics labs. *Computers&Education*. 2017. 105. P. 44–56.
321. Mace Cecil Alec. The psychology of study. London : Methuen Company Limited, 1932. 96 p.
322. Morze N., Strutynska O. Model of the Competences in Educational Robotics. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology*

(*AET* 2020). Vol. 2. 2020. P. 495–505. DOI: <https://doi.org/10.5220/0010933300003364>.

323. Themen und Positionen. ZDH | Zentralverband des Deutschen Handwerks | ZDH. URL: <https://www.zdh.de/themen-und-positionen/> (дата звернення 20.12.2024).

324. TL-1 | Toolroom Lathes | 8" Chuck | 10" Chuck | Lathes – Haas CNC Machines. Haas Automation Inc. - CNC Machine Tools. URL: <https://www.haascnc.com/machines/lathes/toolroom-lathe/models/tl-1.html> (дата звернення 20.12.2024).

325. Tuning Educational Structures in Europe. URL: <https://www.unideusto.org/tuningeu/> (дата звернення 20.08.2021).

326. Tuning Methodology – Tuningeu. URL: <https://www.unideusto.org/tuningeu/tuning-methodology/> (дата звернення 20.12.2024).

327. Lathe and Drill Press Operation eLearning | Manual Machine Tool Skills. URL: <https://amatrol.com/product/machine-tools-1-multimedia/> (дата звернення 20.12.2024).

328. Gear Drive (Speed Reducers): Types and Functions URL: <https://www.iqsdirectory.com/articles/gearbox/gear-drive.html> (дата звернення 20.12.2024).

ДОДАТКИ

Додаток А

Список опублікованих праць за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Садовий М.І., Бевз А.В. Мотиваційна діяльність викладача фізики у закладах вищої освіти I-II рівня акредитації на засадах індивідуального підходу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Т. 2. №. 173. С. 174-177.
2. Бевз А. В. Особливості методів навчання фізики і астрономії у коледжах на засадах індивідуального підходу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Т. 1. №. 177. С. 30–34.
3. Бевз А. В. Структура методичної системи професійного спрямування навчання інтегративного курсу фізики та астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 183. С. 177–179. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2019-1-183-177-179>.
4. Бевз А. В. Особливості формування професійної компетентності фахових молодших бакалаврів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2020. Вип. 191. С. 212–216. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-191-212-216>.
5. Бевз А. В. Формування спеціальних компетентностей з фізики випускника закладу фахової передвищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 198. С. 202–205. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-202-205>.
6. Бевз А. В. Структурно-змістова компонента курсу фізики і астрономії при формуванні професійної компетентності у закладах фахової передвищої освіти інженерного профілю. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 201. С. 150–155. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-150-155>.
7. Бевз А. В. Результати педагогічного експерименту з перевірки ефективності моделі методичної системи навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. №. 212. С. 188–192. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-188-192>.

Публікації у періодичних наукових виданнях інших держав:

8. Дробін А.А., Гайда В.Я., Бевз А.В. Формування природничо-наукової та самоосвітньої компетентності на прикладі предметної компетентності з фізики та астрономії. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, VIII (94), Issue: 236, Budapest, 2020 Sept. p. 22-25. e-ISSN 2308-1996. <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2020-236VIII94-05>.

Публікації у наукових виданнях інших держав:

9. Anna Bevz. Features of Physics Education of Students Of Vocational Colleges Of Engineering During Covid-19 / Current problems of harmonization of personality development in the modern educational space. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021; P. 149–158. URL: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/11_2021.pdf.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Посібники:

10. Бевз А. В., Садовий М. І. Збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту: навчально-методичний посібник. Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 112 с.

11. Бевз А. В., Садовий М. І. Фізика. Професійно орієнтовані лабораторні роботи: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 72 с.

Матеріали дисертації апробовано у доповідях:

12. Бевз А.В. Використання освітніх цифрових платформ у навчанні курсу фізики і астрономії. *Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти* : матеріали наук.-практ. конф., 12-13 вересня 2019 року, м. Херсон, 2019. С. 90–91.

13. Бевз А.В. Структура методичної системи курсу фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. IX Міжнарод. наук.-практ. онлайн-інтернет конференції, 18-29 листопада 2019 року, м. Кропивницький, 2019. С.65-67.

14. Бевз А.В. Використання освітніх цифрових платформ для дистанційного навчання фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. X Міжнарод. наук.-практ. онлайн-інтернет конференції, 25 травня – 4 червня 2020 року, м. Кропивницький, 2020. С. 35-37.

15. Бевз А.В. Формування професійної компетентності фахових молодших бакалаврів під час навчання фізики. *II Шкловські читання «Проблеми сучасних природничо-математичних наук та методик їх викладання»*: матер. II Міжнародної науково-практичної конференції, 28–29 жовтня 2020 року, м. Глухів, 2020. С. 49.

16. Бевз А.В. Методичні аспекти впровадження професійно спрямованого навчання фізики у фахових коледжах. *Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в Україні*: матер. Всеукраїнської науково-практичної конференції 16-17 вересня 2021 року, м. Херсон, 2021. С. 3–4.

17. Бевз А.В. Компетентності випускника інженерного фахового коледжу, що формуються на заняттях з фізики. *Проблеми та інновації в*

природничо-математичній, технологічній і професійній освіті: матер. XI Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 07 травня – 14 травня 2021 р., Кропивницький, 2021. С. 92-94.

18. Бевз А.В. Дидактична модель формування професійної компетентності у інженерних фахових коледжах при вивченні курсу фізики і астрономії. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матер. XII Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 01-16 листопада 2021 року, м. Кропивницький, 2021. С. 62.

19. Бевз А.В. Цифровізація навчання курсу фізики і астрономії у закладах фахової передвищої освіти інженерного спрямування. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. XIV Міжнародної науково-практичної інтернет конференції, 20 листопада – 08 грудня 2022 року, м. Кропивницький, 2022. С. 97–100.

20. Бевз А.В. Аналіз зв'язку програм загальноосвітнього курсу фізики і астрономії та програм основних спецдисциплін фахових інженерних коледжів. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті* : матер. XV Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції присвяченій 95-й річниці з Дня народження академіка Національної академії педагогічних наук С.У.Гончаренка, 20–24 червня 2023 року, м. Кропивницький, 2023. С. 104–105.

21. Бевз А.В. Окремі особливості методики навчання інтегративного курсу фізики у фахових інженерних коледжах. *Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті* : матер. XVI Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції, 20 листопада – 14 грудня 2023 року, м. Кропивницький, 2023. С. 92–93.

22. Бевз А.В. Система навчання інтегративного курсу фізики та технічних дисциплін в інженерному коледжі в умовах ННВК. *Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті*: матер. XVII Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції, 20–27 червня 2024 року, м. Кропивницький, 2024. С. 23–24.

Відомості про апробацію результатів дисертації

№	Назва конференції	Місце проведення	Дата проведення	Форма участі
Міжнародні				
1	Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті	Кропивницький	29 листопада 2019 року	очна
2	Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті	Кропивницький	4 червня 2020 року	очна
3	II Шкловські читання «Проблеми сучасних природничо-математичних наук та методик їх викладання»	Глухів	28–29 жовтня 2020 року	дистанційно
4	Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті	Кропивницький	14 травня 2021 року	очно
5	Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті	Кропивницький	16 листопада 2021 року	очно
6	Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті	Кропивницький	8 грудня 2022 року	очно
7	Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті	Кропивницький	24 червня 2023 року	очно
8	Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті	Кропивницький	14 грудня 2023 року	очно
9	Проблеми та інновації в математичній, цифровій, природничій і професійній освіті	Кропивницький	27 червня 2024 року	очно
Всеукраїнські				
10	Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в Україні	Херсон	16-17 вересня 2021 року	очно
Регіональні				
11	Реалії і перспективи природничо-математичної підготовки у закладах освіти	Херсон	12-13 вересня 2019 року	очно

Додаток Б.

Робочі програми

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«КРОПИВНИЦЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ»

Циклова комісія фізико-математичних дисциплін



Затверджую

Заступник директора з навчальної

роботи

"12"

[Signature]

В.В.Зозуля

2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інтегративний курс фізики

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

Галузь знань 12 Інформаційні технології

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

2023-2024 навчальний рік

Розробники: Бевз А.В., викладач фізики

Робочу програму схвалено на засіданні циклової комісії фізико-математичних
дисциплін

Протокол від «1» лиг 04.09 2023р.

Голова комісії  Т.А. Матвеева



Вступ

Навчальна програма вивчення дисципліни «Інтегративний курс фізики» складена відповідно до освітньо-професійних програм та на основі навчальних планів підготовки фахового молодшого бакалавра напрямів 12 Інформаційні технології. Програма охоплює основні розділи загального курсу фізики, що лежать в основі циклу загальнотехнічних та спеціальних дисциплін.

Мета вивчення навчальної дисципліни:

- фундаментальна підготовка фахівців до вивчення загальнотехнічних та спеціальних дисциплін;
- поглибленні системи знань, потрібних для практичного застосування фізичних теорій, законів, закономірностей;
- розв'язання фізичних проблем для конкретних технічних і практичних застосувань;
- формуванні вмінь і навичок розв'язування практико-орієнтованих задач, виконанні лабораторних робіт.

Завданням курсу є формування у студентів бази теоретичних знань та практичних навичок з різних галузей фізики для їх подальшого застосування при вивченні загальнотехнічних і спеціальних дисциплін.

Навчальна дисципліна забезпечує набуття перелічених нижче компетентностей та досягнення програмних результатів навчання згідно освітньо-професійної програми підготовки фахового молодшого бакалавра.

Загальні компетентності:

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК7. Здатність працювати в команді.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК2. Здатність застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування апаратних, програмних та інструментальних засобів комп'ютерної інженерії.

СК8. Здатність здійснювати організацію робочих місць з урахуванням вимог охорони праці, їх технічне оснащення

Програмні результати навчання:

РН2. Знати і розуміти теоретичні положення, що лежать в основі функціонування апаратних та програмних засобів комп'ютерної інженерії.

РН3. Знати сучасні методи та технології для розв'язання прикладних задач комп'ютерної інженерії.

РН10. Здійснювати пошук інформації з різних джерел для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

Заплановані результати навчання.

Після вивчення дисципліни студенти повинні

Знати:

- фізичні величини та методи їх вимірювання;
- основні фізичні принципи та шляхи їх застосування у загальнотехнічних та спеціальних дисциплінах, інженерії та техніці;
- принцип дії приладів, що використовуються під час експериментів.

Вміти:

- застосовувати знання для розв'язування прикладних задач та задач загальнотехнічних дисциплін;
- проводити експеримент по дослідженню фізичних процесів, оцінювати похибки результатів;
- аналізувати отримані результати експериментів, формувати висновки.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4.5	Галузь знань 12 Інформаційні технології (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія (шифр і назва)		
Модулів – 3		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 6		2-й	
_____		Семестр	
Загальна кількість годин - 135		4-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента -	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Фаховий молодший бакалавр	Лекції	
		60 год.	
		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
		20 год.	год.
		Самостійна робота	
		55 год.	год.
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю: екзамен	

Програма навчальної дисципліни

№ заняття	Тема	Всього	Кількість годин		
			лекції	лаб.	самост.
Модуль1					
Змістовий модуль 1.					
1-11	Вступ. Фізичні основи механіки	22	10	4	8
Змістовий модуль 2					
12-20	Статистична фізика і термодинаміка	18	10	4	4
Модуль2					
Змістовий модуль 3					
21-36	Електрика	36	18	4	14
Змістовий модуль 4					
37-43	Магнетизм	14	6	2	6
Модуль3					
Змістовий модуль 5					

44-60	Фізика коливань і хвиль	36	10	6	20
Змістовний модуль 6.					
61-65	Квантова фізика. Альтернативні джерела енергії	9	6		3
	Всього	135	60	20	55

Структура навчальної дисципліни (тематичний план)

	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
		денна форма			
		усього	у тому числі		
			лекц	лаб	сам
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Вступ. Фізичні основи механіки					
1.	Вступ. Диференціальне та інтегральне числення.	2	2		
2.	Вектори та скаляри у фізиці. Фізичні величини та їх вимірювання.	2	2		
3.	Основи механіки. Кінематика обертального руху елементів комп'ютерних систем.	2	2		
4.	Маса та імпульс. Динамічні характеристики комп'ютерних систем.	2	2		
5.	Динаміка обертального руху елементів комп'ютерних систем.	2	2		
6.	Абсолютно тверде тіло.	2			2
7.	Лабораторна робота №1. Визначення моменту інерції	2		2	
8.	Закон збереження імпульсу. Пружний, непружний удар	2			2
9.	Лабораторна робота №2. Визначення центра мас	2		2	
10.	Кінетична та потенціальна енергія в системах	2			2
11.	Перетворення енергії в механізмах. Втрати енергії та енергоефективність	2			2
Змістовий модуль 2. Статистична фізика і термодинаміка					
12.	Тепловий рух. Внутрішня енергія. Температура. Теплова генерація процесорів	2	2		
13.	I та II закони термодинаміки у роботі комп'ютерних систем.	2	2		
14.	Поняття про явища переносу. Дифузія у електроніці	2	2		
15.	Теплопровідність. Вплив температури на роботу комп'ютера.	2			2
16.	В'язкість в системах охолодження процесора.	2	2		
17.	Лабораторна робота №3 Визначення коефіцієнта динамічної в'язкості моторного мастила.	2		2	
18.	Властивості газів, рідин, твердих тіл. Деформації. Діаграма стану речовини.	2	2		
19.	Характеристики твердого стану речовини.	2			2
20.	Лабораторна робота №4. Вивчення механічних властивостей матеріалів методом розтягу.	2		2	
Разом за модулем 1		40	20	8	12
Модуль 2					
Змістовий модуль 3 Електрика					
21.	Електричне поле. Потенціал. Силові лінії поля, його джерела.	2			2

22.	Провідники та діелектрики. Умови існування струму. Використання провідників та діелектриків у конструкції плат для комп'ютерів	2			2
23.	Конденсатори. Вплив електричного поля на матеріали та конструкції. Електростатичний захист. Використання конденсаторів для стабілізації живлення робототехнічних пристроїв	2	2		
24.	Закони Ома. Питомий опір і електропровідність	2	2		
25.	З'єднання конденсаторів у батарею. Типи конденсаторів та їхня ємність.	4	4		
26.	Лабораторна робота №5. Дослідження законів послідовного та паралельного з'єднання конденсаторів	2		2	
27.	Електричні вимірювання та електровимірювальні прилади. Контроль електричних параметрів двигунів	2			2
28.	Лабораторна робота №6. Електровимірювальні прилади. Вимірювання електричного струму.	2		2	
29.	Розрахунок електричних кіл з послідовним і паралельним з'єднанням провідників.	4	4		
30.	Електричний струм в металах. Надпровідність.	2			2
31.	З'єднання провідників та джерел. Теплова дія струму.	2			2
32.	Термоелектричні явища. Електричний струм у вакуумі. Теплові ефекти в електричних системах. Контроль теплових ефектів струму у системах автоматизації	2			2
33.	Електроніка та електронні прилади. Нанотехнології. Електронне керування двигуном.	2			2
34.	Акумулятори. Явище електрокорозії. ККД акумулятора	2	2		
35.	Поняття плазми. Електричний струм у вакуумі.	2	2		
36.	Електричний струм у напівпровідниках. напівпровідниковий діод. P-N Перехід. Транзистор.	2	2		
Змістовий модуль 4. Магнетизм					
37.	Магніти, магнітне поле струму. Ізоляція	2	2		
38.	Електромагнетизм у системах автоматизації. Магнітний момент.	2	2		
39.	Індукція та напруженість МП. Бездротове живлення	2			2
40.	Циркуляція вектора магнітної індукції (закон повного струму). Закон Біо-Савара-Лапласа.	2			2
41.	Лабораторна робота №7. Дослідження магнітної індукції котушки Тесла.	2		2	
42.	Магнітні кола. Розрахунки магнітних кіл	2	2		
43.	Намагнічування. Електромагніти	2			2
Разом за модулем 2		50	24	6	20
Модуль 3					
Змістовний модуль 5. Фізика коливань і хвиль.					
44.	Коливальний рух. Маятники. Додавання коливань. Вплив коливань на конструкції	2	2		
45.	Вільні затухаючі коливання. Добротність коливальної системи. Час релаксації.	2			2
46.	Лабораторна робота №8. Аналіз динамічних властивостей систем через вивчення коливань фізичного маятника.	2		2	
47.	Хвильова оптика.	2			2

48.	Інтерференція хвиль. Оптичні сенсори в техніці.	2			2
49.	Поляризація хвиль. Комунікаційні системи	2			2
50.	Акустика та звукові явища. Методи зменшення шуму та вібрацій.	2	2		
51.	Лабораторна робота №9. Вивчення впливу перешкод на радіосигнал Wi-Fi роутера	2		2	
52.	Звуковий резонанс. Ультразвук. Діагностика систем	2			2
53.	Лабораторна робота №10. Вимірювання відстаней за допомогою ультразвукового датчика	2		2	
54.	Закон Ома для змінного струму. Закони Кірхгофа для змінного струму.	2	2		
55.	Кола однофазного змінного струму. Активний і реактивний опір. Споживана потужність електроустановок.	4	4		
56.	Генератори та електростанції.	2			2
57.	Трансформатори, блоки живлення	2			2
58.	Випромінювання електромагнітних хвиль. Антени та бездротові комунікації	2			2
59.	Електромагнітні коливання і хвилі. Навігаційні системи (GPS).	2			2
60.	Фізичні характеристик мобільного робота на платформі Ардуїно	2			2
Змістовний модуль 6. Квантова фізика. Альтернативні джерела енергії					
61.	Фотони. Енергія і імпульс світлових квантів.	2	2		
62.	Фотоефект та його закони.	2	2		
63.	Вентильні фотоелементи. Фотоелектрорушійна сила	2	2		
64.	Лазери. Оптичні волокна.	2			2
65.	Альтернативні джерела енергії	1			1
Разом за модулем 3		45	16	6	23
Всього		135	60	20	55

Методи контролю

Поточний:

- Оцінювання засвоєного теоретичного матеріалу;
- Оцінювання виконання тестів, лабораторних робіт, контрольних робіт.

Семестровий: екзамен.

Шкала та критерії оцінювання

Рівень навчальних досягнень	Критерій оцінювання	Навчальні досягнення
Високий	Студент вільно володіє матеріалом курсу, включаючи теоретичні знання та практичні уміння. Демонструє обізнаність у міжгалузевих питаннях, користується додатковими джерелами інформації.	Знання систематизовані, узагальнені. - Завдання виконуються правильно, аргументовано, із самостійним пошуком рішень
Достатній	Студент допускає окремі помилки, володіє матеріалом на рівні, достатньому для практичного застосування.	- Знання основних понять і принципів засвоєні. - Завдання виконуються переважно правильно з мінімальною допомогою

Рівень навчальних досягнень	Критерій оцінювання	Навчальні досягнення
Середній	Студент погано засвоює теоретичні знання, неправильно трактує (або вживає) поняття, терміни, категорії; невірно послуговувався уміннями і навичками прикладного характеру	- Розуміння матеріалу часткове. - Завдання виконуються з помилками, але із можливістю їх виправлення після підказки
Початковий	Студент демонструє фрагментарне знання матеріалу, не володіє необхідними практичними уміннями і навичками, значні труднощі у виконанні завдань	- Знання матеріалу поверхнєве, окремі елементи не пов'язані між собою. - Результати виконання завдань мінімальні або помилкові.

Рекомендована література

Основна

1. Дмитрієва В. Ф. Фізика : навч. посіб. Київ : Техніка, 2008. 648 с.
2. Мельник Ю. С. Задачі прикладного змісту з фізики у старшій. Навчально-методичний посібник. К.: Педагогічна думка, 2013. 120 с.
3. Ляшенко Я. О. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання : навч. посіб. : у 2 ч. Частина 1. Механіка. Термодинаміка. Електростатика : / Я. О. Ляшенко, О. В. Хоменко. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 224 с.
4. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання: навч. посіб.: у 2-х ч. Ч.2. Електричний струм. Магнітне поле. Оптика. Радіоактивність / А.В. Дворниченко, Я.О. Ляшенко, О.В. Хоменко, Г.С. Корнющенко. - Суми: СумДУ, 2015. - 230 с.

Допоміжна:

1. Бевз А. В., Садовий М. І. Збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту. Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 112 с.
2. Бевз А. В., Садовий М. І. Фізика. Професійно орієнтовані лабораторні роботи: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 72 с.
3. Краснобокий Ю. М. Збірник нестандартних задач з фізики [Текст] : посіб. для студ. / Ю. М. Краснобокий, М. М. Яровий, П. П. Товбушенко. Умань : Сочінський [вид.], 2012. 165

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«КРОПИВНИЦЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ»

Циклова комісія фізико-математичних дисциплін



Затверджую
Заступник директора з навчальної
роботи В.В. Зозуля
"12" 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інтегративний курс фізики

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка

2023-2024 навчальний рік

Розробники: Бевз А.В., викладач фізики

Робочу програму схвалено на засіданні циклової комісії фізико-математичних
дисциплін

Протокол від «1» лиг 04.09 2023р.

Голова комісії Т.А. Матвеева



Вступ

Навчальна програма вивчення дисципліни «Інтегративний курс фізики» складена відповідно до освітньо-професійних програм та на основі навчальних планів підготовки фахового молодшого бакалавра напрямів 15 Автоматизація та приладобудування. Програма охоплює основні розділи загального курсу фізики, що лежать в основі циклу загальнотехнічних та спеціальних дисциплін.

Мета вивчення навчальної дисципліни:

- фундаментальна підготовка фахівців до вивчення загальнотехнічних та спеціальних дисциплін;
- поглибленні системи знань, потрібних для практичного застосування фізичних теорій, законів, закономірностей;
- розв'язання фізичних проблем для конкретних технічних і практичних застосувань;
- формуванні вмінь і навичок розв'язування практико-орієнтованих задач, виконанні лабораторних робіт.

Завданням курсу є формування у студентів бази теоретичних знань та практичних навичок з різних галузей фізики для їх подальшого застосування при вивченні загальнотехнічних і спеціальних дисциплін.

Навчальна дисципліна забезпечує набуття перелічених нижче компетентностей та досягнення програмних результатів навчання згідно освітньо-професійної програми підготовки фахового молодшого бакалавра.

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність використовувати інформаційні, комунікаційні та цифрові технології.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК1. Здатність застосовувати базові знання математики в обсязі, необхідному для використання математичних методів у галузі автоматизації.

СК2. Здатність застосовувати знання фізики в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації.

СК3. Здатність застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання основних технологічних параметрів, необхідних для обслуговування систем автоматизації.

Програмні результати навчання:

РН1. Застосовувати сучасні математичні методи для дослідження та створення систем автоматизації;

РН2. Використовувати основні принципи фізики для розрахунку параметрів та характеристик типових елементів систем автоматизації;

РН4. Застосовувати базові знання електротехніки для аналізу систем живлення та систем керування автоматизованого електроприводу.

Заплановані результати навчання.

Після вивчення дисципліни студенти повинні

Знати:

- фізичні величини та методи їх вимірювання;
- основні фізичні принципи та шляхи їх застосування у загальнотехнічних та спеціальних дисциплінах, інженерії та техніці;
- принцип дії приладів, що використовуються під час експериментів.

Вміти:

- застосовувати знання для розв'язування прикладних задач та задач загальнотехнічних дисциплін;
- проводити експеримент по дослідженню фізичних процесів, оцінювати похибки результатів;
- аналізувати отримані результати експериментів, формулювати висновки.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Нормативна (за вибором)	
Модулів – 3	Спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 5		2-й	
		Семестр	
Загальна кількість годин - 90		4-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента -	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Фаховий молодший бакалавр	Лекції	
		48год.	
		Практичні, семінарські	
		год.	
		Лабораторні	
		16 год.	
		Самостійна робота	
		26 год.	
		Індивідуальні завдання: год.	
		Вид контролю: екзамен	

Програма навчальної дисципліни

№ заняття	Тема	Всього	Кількість годин		
			лекції	лаб.	самост.
Модуль1					
Змістовий модуль 1.					
1-8	Вступ. Фізичні основи механіки	16	6	2	8
Змістовий модуль 2					
9-15	Статистична фізика і термодинаміка	14	6	4	4
Модуль2					
Змістовий модуль 3					
16-26	Електрика	22	12	4	6
Змістовий модуль 4					
27-32	Магнетизм	12	8	2	2
Модуль3					
Змістовий модуль 5					
36-45	Фізика коливань і хвиль	26	16	4	6
	Всього	90	48	16	26

Структура навчальної дисципліни (тематичний план)

	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
		денна форма			
		усього	у тому числі		
			лекц	лаб	сам
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Вступ. Фізичні основи механіки					
1.	Вступ. Диференціальне та інтегральне числення. Вектори та скаляри у фізиці. Фізичні величини та їх вимірювання.	2	2		
2.	Основи механіки. Кінематика поступального та обертального руху технічних систем.	2	2		
3.	Маса та імпульс. Динаміка поступального руху у технічних системах.	2			2
4.	Динаміка обертального руху. Взаємодія в технічних системах.	2	2		
5.	Динамічні характеристики машин	2			2
6.	Лабораторна робота №1. Визначення моменту інерції	2		2	
7.	Кінетична та потенціальна енергія в системах	2			2
8.	Перетворення енергії в механізмах. Втрати енергії та енергоефективність	2			2
Змістовий модуль 2. Статистична фізика і термодинаміка					
9.	Тепловий рух. Внутрішня енергія. Температура. I та II закони термодинаміки у роботі автоматичних систем	2	2		
10.	Поняття про явища переносу. Дифузія і теплопровідність автоматичних систем	2	2		
11.	В'язкість в системах змащення та охолодження.	2			2
12.	Лабораторна робота №2 Визначення коефіцієнта динамічної в'язкості мастила.	2		2	
13.	Властивості газів, рідин, твердих тіл. Деформації. Діаграма стану речовини.	2	2		
14.	Теплове розширення в конструкціях	2			2
15.	Лабораторна робота №3. Вивчення механічних властивостей матеріалів методом розтягу.	2		2	
Разом за модулем 1		30	12	6	12
Модуль 2					
Змістовий модуль 3 Електрика					
16.	Електричне поле. Потенціал. Силові лінії поля, його джерела. Провідники та діелектрики. Умови існування струму. Використання провідників та діелектриків у конструкції роботів	2	2		
17.	Конденсатори. Вплив електричного поля на матеріали та конструкції. Електростатичний захист. Використання конденсаторів для стабілізації живлення робототехнічних пристроїв	2	2		
18.	З'єднання конденсаторів у батарею. Типи конденсаторів та їхня ємність.	2	2		
19.	Лабораторна робота №4. Дослідження законів послідовного та паралельного з'єднання конденсаторів	2		2	

20.	Електричні вимірювання та електровимірювальні прилади. Контроль електричних параметрів систем	2			2
21.	Лабораторна робота №5. Електровимірювальні прилади. Вимірювання електричного струму.	2		2	
22.	Електричний струм в металах. Надпровідність. З'єднання провідників та джерел. Теплова дія струму.	2	2		
23.	Термоелектричні явища. Електричний струм у вакуумі. Теплові ефекти в електричних системах. Контроль теплових ефектів струму у системах автоматизації	2			2
24.	Електроніка та електронні прилади. Нанотехнології. Електронне керування двигуном.	2			2
25.	Акумулятори. Явище електрокорозії. ККД акумулятора	2	2		
26.	Електричний струм у напівпровідниках. напівпровідниковий діод. Р-N Перехід. Транзистор.	2	2		
Змістовий модуль 4. Магнетизм					
27.	Магніти, магнітне поле струму	2	2		
28.	Електромагнетизм у системах автоматизації. Магнітний момент.	2	2		
29.	Індукція та напруженість МП. Бездротове живлення	2	2		
30.	Циркуляція вектора магнітної індукції (закон повного струму). Закон Біо-Савара-Лапласа. Струм у системах автоматизації	2	2		
31.	Лабораторна робота №6. Дослідження магнітної індукції котушки Тесла.	2		2	
32.	Намагнічування. Електромагніти. Застосування електромагнітів у робототехнічних пристроях	2			2
Разом за модулем 2		34	20	6	8
Модуль 3					
Змістовний модуль 5. Фізика коливань і хвиль.					
33.	Коливальний рух. Маятники. Додавання коливань. Вплив коливань на конструкції машин	2	2		
34.	Вільні затухаючі коливання. Добротність коливальної системи. Час релаксації.	2			2
35.	Лабораторна робота №7. Аналіз динамічних властивостей систем через вивчення коливань фізичного маятника.	2		2	
36.	Хвильова оптика. Оптичне волокно	2	2		
37.	Інтерференція хвиль. Оптичні сенсори в техніці.	2			2
38.	Поляризація хвиль. Комунікаційні системи	2	2		
39.	Акустика та звукові явища. Методи зменшення шуму та вібрацій.	2	2		
40.	Звуковий резонанс. Ультразвук. Діагностика систем	2	2		
41.	Лабораторна робота №8. Вимірювання відстаней за допомогою ультразвукового датчика	2		2	
42.	Кола однофазного змінного струму. Активний і реактивний опір. Споживана потужність електроустановок.	2	2		
43.	Генератори та електростанції.	2			2
44.	Трансформатори, блоки живлення	2	2		

45.	Електромагнітні коливання і хвилі. Навігаційні системи (GPS).Випромінювання електромагнітних хвиль. Антени	2	2		
Разом за модулем 3		26	16	4	6
Всього					

Методи контролю

Поточний:

- Оцінювання засвоєного теоретичного матеріалу;
- Оцінювання виконання тестів, лабораторних робіт, контрольних робіт.

Семестровий: залік.

Шкала та критерії оцінювання

Рівень навчальних досягнень	Критерій оцінювання	Навчальні досягнення
Високий	Студент вільно володіє матеріалом курсу, включаючи теоретичні знання та практичні уміння. Демонструє обізнаність у міжгалузевих питаннях, користується додатковими джерелами інформації.	Знання систематизовані, узагальнені. - Завдання виконуються правильно, аргументовано, із самостійним пошуком рішень
Достатній	Студент допускає окремі помилки, володіє матеріалом на рівні, достатньому для практичного застосування.	- Знання основних понять і принципів засвоєні. - Завдання виконуються переважно правильно з мінімальною допомогою
Середній	Студент погано засвоює теоретичні знання, неправильно трактує (або вживає) поняття, терміни, категорії; невірно послуговувався уміннями і навичками прикладного характеру	- Розуміння матеріалу часткове. - Завдання виконуються з помилками, але із можливістю їх виправлення після підказки
Початковий	Студент демонструє фрагментарне знання матеріалу, не володіє необхідними практичними уміннями і навичками, значні труднощі у виконанні завдань	- Знання матеріалу поверхневе, окремі елементи не пов'язані між собою. - Результати виконання завдань мінімальні або помилкові.

Рекомендована література

Основна

5. Дмитрієва В. Ф. Фізика : навч. посіб. Київ : Техніка, 2008. 648 с.
6. Мельник Ю. С. Задачі прикладного змісту з фізики у старшій. Навчально-методичний посібник. К.: Педагогічна думка, 2013. 120 с.
7. Ляшенко Я. О. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання : навч. посіб. : у 2 ч. Частина 1. Механіка. Термодинаміка. Електростатика : / Я. О. Ляшенко, О. В. Хоменко. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 224 с.
8. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання: навч. посіб.: у 2-х ч. Ч.2. Електричний струм. Магнітне поле. Оптика. Радіоактивність / А.В. Дворниченко, Я.О. Ляшенко, О.В. Хоменко, Г.С. Корнющенко. - Суми: СумДУ, 2015. - 230 с.

Допоміжна:

4. Бевз А. В., Садовий М. І. Збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту. Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 112 с.
5. Бевз А. В., Садовий М. І. Фізика. Професійно орієнтовані лабораторні роботи: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 72 с.
6. Краснобокий Ю. М. Збірник нестандартних задач з фізики [Текст] : посіб. для студ. / Ю. М. Краснобокий, М. М. Яровий, П. П. Товбушенко. Умань : Сочінський [вид.], 2012. 165

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
 «КРОПИВНИЦЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
 ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
 УНІВЕРСИТЕТУ»



Затверджую
 Заступник директора з навчальної
 роботи **В.В.Зозуля**
 "12" **09** 20**23** року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Інтегративний курс фізики

Освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр

Галузь знань 13 Механічна інженерія, 27 Транспорт

Спеціальність 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування
 274 Автомобільний транспорт

2023-2024 навчальний рік

Розробники: Бевз А.В., викладач фізики

Робочу програму схвалено на засіданні циклової комісії фізико-математичних дисциплін

Протокол від «1» лип 04.09 2023р.

Голова комісії Т.А. Матвеева



Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо- кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 1,5	Галузь знань: 13 Механічна інженерія 27 Транспорт (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Спеціальність: 131 Прикладна механіка 133 Галузеве машинобудування 274 Автомобільний транспорт (шифр і назва)		
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		2-й	
		Семестр	
Загальна кількість годин - 45		4-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента -	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Фаховий молодший бакалавр	Лекції	
		26 год.	год.
		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
		6 год.	
		Самостійна робота	
		13 год.	год.
		Індивідуальні завдання:	
		год.	
		Вид контролю: залік	

Програма навчальної дисципліни

№ Заняття	Тема	Всього	Кількість годин		
			лекції	лаб.	Сам.
Модуль 1					
Змістовий модуль 1					
1-5	Вступ. Фізичні основи механіки	10	8		2
Змістовий модуль 2					
6-10	Статистична фізика і термодинаміка	10	4	4	2
Модуль 2					
Змістовий модуль 3					
11-17	Основи електродинаміки	14	10		4
Змістовий модуль 4					
18-23	Фізика коливань і хвиль	11	4	2	5
	Всього	45	26	6	13

Структура навчальної дисципліни (тематичний план)

	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
		денна форма			
		усього	у тому числі		
			лекц	лаб	сам
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Вступ. Фізичні основи механіки					
46.	Вступ. Диференціальне та інтегральне числення. Вектори та скаляри у фізиці. Фізичні величини та їх вимірювання.	2	2		
47.	Основи механіки. Кінематика поступального та обертального руху технічних систем.	2	2		
48.	Динаміка поступального та обертального рухів. Взаємодія в технічних системах.	2	2		
49.	Динамічні характеристики машин	2	2		
50.	Кінетична та потенціальна енергія в системах, Перетворення енергії в механізмах. Втрати енергії та енергоефективність	2			2
Змістовий модуль 2. Статистична фізика і термодинаміка					
51.	Тепловий рух. Внутрішня енергія. Температура. I та II закони термодинаміки у роботі двигунів.	2			2
52.	Поняття про явища переносу. Дифузія і теплопровідність. В'язкість в системах змащення та охолодження.	2	2		
53.	Лабораторна робота №1 Визначення коефіцієнта динамічної в'язкості моторного мастила.	2		2	
54.	Властивості газів, рідин, твердих тіл. Деформації. Діаграма стану речовини. Теплове розширення в конструкціях.	2	2		
55.	Лабораторна робота №2. Вивчення механічних властивостей матеріалів методом розтягу.	2		2	
Разом за модулем 1		20	12	4	4
Модуль 2					
Змістовий модуль 3 Електрика і магнетизм					
56.	Електричне поле. Потенціал. Конденсатори. Вплив електричного поля на матеріали та конструкції. Системи живлення.	2			2
57.	Електричні вимірювання та електровимірювальні прилади. Контроль електричних параметрів двигунів	2	2		
58.	Електричний струм в металах. Надпровідність. З'єднання провідників та джерел. Теплова дія струму.	2	2		
59.	Термоелектричні явища. Електричний струм у вакуумі та у напівпровідниках. Теплові ефекти в електричних системах	2	2		
60.	Електроніка та електронні прилади. Нанотехнології. Електронне керування двигуном.	2			2
61.	Електромагнетизм у системах автоматизації. Магнітний момент. Індукція та напруженість МП.	2	2		
62.	Генератори та електростанції. Трансформатори в автомобільній електроніці	2	2		

Змістовий модуль 4. Фізика коливань і хвиль					
63.	Коливальний рух. Маятники. Додавання коливань. Вплив коливань на конструкції машин	2	2		
64.	Лабораторна робота №3. Аналіз динамічних властивостей систем через вивчення коливань фізичного маятника.	2		2	
65.	Хвильова оптика. Інтерференція хвиль. Оптичні сенсори в техніці.	2			2
66.	Акустика та звукові явища. Методи зменшення шуму та вібрацій.	2			2
67.	Кола однофазного змінного струму. Активний і реактивний опір. Споживана потужність електроустановок.	2	2		
68.	Електромагнітні коливання і хвилі. Навігаційні системи (GPS).	1			1
Разом за модулем 2		25	14	2	9

Методи контролю

Поточний:

- Оцінювання засвоєного теоретичного матеріалу;
- Оцінювання виконання тестів, лабораторних робіт, контрольних робіт.

Семестровий: залік.

Шкала та критерії оцінювання

Рівень навчальних досягнень	Критерій оцінювання	Навчальні досягнення
Високий	Студент вільно володіє матеріалом курсу, включаючи теоретичні знання та практичні уміння. Демонструє обізнаність у міжгалузевих питаннях, користується додатковими джерелами інформації.	Знання систематизовані, узагальнені. - Завдання виконуються правильно, аргументовано, із самостійним пошуком рішень
Достатній	Студент допускає окремі помилки, володіє матеріалом на рівні, достатньому для практичного застосування.	- Знання основних понять і принципів засвоєні. - Завдання виконуються переважно правильно з мінімальною допомогою
Середній	Студент погано засвоює теоретичні знання, неправильно трактує (або вживає) поняття, терміни, категорії; невірно послуговувався уміннями і навичками прикладного характеру	- Розуміння матеріалу часткове. - Завдання виконуються з помилками, але із можливістю їх виправлення після підказки
Початковий	Студент демонструє фрагментарне знання матеріалу, не володіє необхідними практичними уміннями і навичками, значні труднощі у виконанні завдань	- Знання матеріалу поверхневе, окремі елементи не пов'язані між собою. - Результати виконання завдань мінімальні або помилкові.

Рекомендована література

Основна

9. Дмитрієва В. Ф. Фізика : навч. посіб. Київ : Техніка, 2008. 648 с.

10. Мельник Ю. С. Задачі прикладного змісту з фізики у старшій. Навчально-методичний посібник. К.: Педагогічна думка, 2013. 120 с.
11. Ляшенко Я. О. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання : навч. посіб. : у 2 ч. Частина 1. Механіка. Термодинаміка. Електростатика : / Я. О. Ляшенко, О. В. Хоменко. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 224 с.
12. Збірник задач з фізики з прикладами розв'язання: навч. посіб.: у 2-х ч. Ч.2. Електричний струм. Магнітне поле. Оптика. Радіоактивність / А.В. Дворниченко, Я.О. Ляшенко, О.В. Хоменко, Г.С. Корнющенко. - Суми: СумДУ, 2015. - 230 с.

Допоміжна:

7. Бевз А. В., Садовий М. І. Збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту. Кропивницький : ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 112 с.
8. Бевз А. В., Садовий М. І. Фізика. Професійно орієнтовані лабораторні роботи: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. 72 с.
9. Краснобокий Ю. М. Збірник нестандартних задач з фізики [Текст] : посіб. для студ. / Ю. М. Краснобокий, М. М. Яровий, П. П. Товбушенко. Умань : Сочінський [вид.], 2012. 165

Додаток В.

Показники констатувального експерименту

Показники констатувального експерименту Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

№ з/п	Поняття, явища, процеси (кількість суб'єктів навчання складас 116 осіб)	Кзк, %
Початковий рівень		
1	Механічний рух в комп'ютерній інженерії	70,7
2	Матеріальна точка в роботах	25,9
3	Система відліку в електронних системах	23,3
4	Швидкість руху частинок, роботів	63,8
5	Прискорення при русі частинок, механізмів	23,3
6	Період обертання в деталях установок	24,1
7	Обертова частота деталей	75,0
8	Види сил в комп'ютерній інженерії	25,0
9	Механічна робота механізмів з електронними пристроями	25,9
10	Потужність (механічна, електромагнітна, польова)	25,9
11	Кінетична і потенціальна енергія	72,4
12	Поняття тиску в комп'ютерній інженерії	22,4
13	Методи визначення об'єму в системах	27,6
14	Плавлення (інженерні процеси)	28,4
15	Випаровування (інженерні процеси)	29,3
16	Пароутворення при створенні електронних приладів	23,3
17	Теплопровідність в комп'ютерних системах	27,6
18	Конвекція в комп'ютерній інженерії	30,2
19	Деформація, види деформацій	57,8
20	Електричне поле в електронних системах	21,6
21	Напруженість в електронних системах	30,2
22	Закон Кулона	26,7
23	Електричний потенціал	23,3
24	Різниця потенціалів	25,9
25	Електрична напруга	25,9
26	Конденсатор та його обслуговування	25,9
27	Ємність конденсатора	25,9
28	Енергія електричного поля	25,9
29	Провідники в електричному полі	26,7
30	Закон Ома	70,7
31	Сила струму	72,4
32	З'єднання провідників	18,1
33	Залежність електричного опору провідників від температури.	28,4
34	Джерела і приймачі електричної енергії	29,3
35	Теплова дія струму	63,8
36	Магнітна індукція	30,2
37	Правило лівої руки.	23,3
38	Амплітуда коливань	24,1
39	Період коливань	25,0

№ з/п	Поняття, явища, процеси (кількість суб'єктів навчання складає 116 осіб)	Кзк, %
40	Частота коливань	55,2
41	Світловий промінь	25,0
	Всього	42,75
Середній		
1	Обертова частота деталей	70,7
2	Кутова швидкість обертання в механізмах	34,5
3	Доцентрове прискорення	36,2
4	Інерція в інженерії	35,3
5	Поняття ваги в інженерії	23,3
6	Центр мас і його роль в інженерії	23,3
7	Імпульс тіла (роботи та ін.)	24,1
8	Імпульс сили (загальне поняття)	18,1
9	Удар в комп'ютерній інженерії	25,9
10	Кінетична і потенціальна енергія	74,1
11	Осмос в техніці	19,8
12	Перше начало термодинаміки	20,7
13	Броунівський рух в електроніці	23,3
14	Застосування основних положень МКТ в електроніці	18,1
15	Внутрішня енергія джерел енергії	18,1
16	Опис властивостей твердих тіл	49,1
17	Деформація, види деформацій	52,6
18	Жорсткість деталей	19,8
19	Змінний електричний струм	41,4
20	Електричний заряд в різних середовищах	15,5
21	Діелектрична проникність (абсолютна і відносна).	16,4
22	Електровимірювальні прилади	16,4
23	Електричний опір, питомий опір	15,5
24	Електрорушійна сила	16,4
25	Потужність і ККД джерела електричної енергії.	15,5
26	Перетворення електричної енергії в інші види енергії: теплову, світлову, хімічну.	17,2
27	Напівпровідник	17,2
28	Поняття постійного магніту	18,1
29	Магнітне поле	18,1
30	Закон Ампера	18,1
31	Магнітний потік	19,0
32	Індуктивність	18,1
33	Енергія магнітного поля.	23,3
34	Діамагнітні, парамагнітні і феромагнітні речовини;	20,7
35	Циклічна частота	18,1
36	Вільні коливання в коливальному контурі	24,1
37	Вимушені електромагнітні коливання	19,8
38	Резонанс в електричних колах	16,4
39	Гармонічні коливання	32,8
40	Механічні та електромагнітні хвилі	18,1
41	Фокусна відстань оптичних систем	21,6
42	Трансформатор	23,3

№ з/п	Поняття, явища, процеси (кількість суб'єктів навчання складає 116 осіб)	Кзк, %
43	Електрична потужність	25,0
	Всього	25,59
Достатній		
1	Взаємодія механічна, електромагнітна	21,6
2	Протидія в інженерних машинах	23,3
3	Маса, тіл, частинок, поля	25,0
4	Закони Ньютона в автоматичних системах	21,6
5	Умови рівноваги в комп'ютерній інженерії	25,9
6	Центр мас і його роль в інженерії	16,4
7	Концентрація носіїв зарядів	20,7
8	Друге начало термодинаміки в електронних системах	17,2
9	Фазові переходи в електроніці	21,6
10	Кристалізація (напівпровідники)	22,4
11	Механічна напруга в деталях автоматичних систем	23,3
12	Графічні зображення напруженості електричного поля	21,6
13	Напруженість магнітного поля	22,4
14	Магнітна проникність (абсолютна та відносна).	23,3
15	Явище електромагнітної індукції.	25,0
16	Правило правої руки.	25,9
17	Електромагнітна дія струму	26,7
18	Енергоефективність	28,4
19	Електричний резонанс	36,2
20	Реактивний опір	25,9
21	Активний опір	24,1
22	Діод, транзистор, польовий транзистор	17,2
23	Маятник в електронних системах	20,7
24	Інтерференція хвиль	19,0
25	Дифракція хвиль	19,8
26	Поляризація хвиль	23,3
27	Фронт хвилі	20,7
28	Лінзи в датчиках	22,4
29	Використання звукових коливань в електроніці	30,2
30	Ультразвук в електронних пристроях	28,4
31	Інфразвук в електронних пристроях	25,9
32	Електромагнітні коливання в контурі	26,7
33	Генератор струму	25,0
34	Електромагнітні коливання і хвилі	19,8
	Всього	22,34
Високий рівень		
1	Закони збереження в комп'ютерній інженерії	27,6
2	Властивості абсолютно твердих тіл в електроніці	23,3
3	Температура в комп'ютерній техніці	21,6
4	Розподіл молекул електронного газу за швидкостями	26,7
5	Рідина в квантових системах	29,3
6	Властивість ізоотропії комп'ютерній інженерії	27,6
7	Властивості анізотропії в комп'ютерній інженерії	22,4
8	Надпровідність у сучасних системах	9,5

№ з/п	Поняття, явища, процеси (кількість суб'єктів навчання складає 116 осіб)	Кзк, %
9	Коливання в комп'ютерних системах	9,5
10	Котушка індуктивності	19,8
11	Вібраційні процеси в комп'ютерних системах	27,5
12	Шуми в електроніці	29,3
13	В'язкість речовин в електротехніці	19,8
14	Кристалічна решітка напівпровідників	25,0
15	Анени в комп'ютерній техніці	41,4
16	Фотон та його властивості в побудові фотоелектроніки	15,5
17	Фотоэффект в електроніці	25,0
18	Фотоелементи в комп'ютерних системах	39,7
19	Лазер в електронних пристроях	31,9
	Всього	9,32
Разом		25,66

Показники констатувального експерименту Спеціальність 174 Автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

№ з/п	Поняття, явище, процес (94 здобувачі освіти)	Кзк, %
Початковий рівень		
1	Механічний рух в інженерії	77,7
2	Матеріальна точка в конструкціях	36,2
3	Швидкість частинок, роботів	35,1
4	Прискорення при русі частинок, механізмів	37,2
5	Період обертання обертання в механізмах	25,5
6	Обертова частота в механізмах	24,5
7	Поняття ваги в інженерії	38,3
8	Потужність (механічна, електромагнітна, польова)	72,3
9	Кінетична і потенціальна енергія	73,4
10	Внутрішня енергія автоматизованих систем	39,4
11	Перше начало термодинаміки в робототехніці	38,3
12	Друге начало термодинаміки в робототехніці	39,4
13	Кристалізація (напівпровідники)	25,5
14	Плавлення (інженерні процеси)	38,3
15	Випаровування (інженерні процеси)	34,0
16	Газові елементи в термодинамічних системах автоматизації	37,2
17	Електричний заряд в різних середовищах	20,2
18	Електричне поле в електронних системах	21,3
19	Закон Кулона	11,7
20	Електричний потенціал	20,2
21	Електрична напруга	23,4
22	Провідники і діелектрики	22,3
23	Закон Ома	77,7
24	Сила струму	38,3
25	Електричний опір в електронних компонентах	34,0
26	З'єднання провідників	29,8
27	Магнітне поле електронних елементів	23,4
28	Амплітуда коливань	22,3

№ з/п	Поняття, явище, процес (94 здобувачі освіти)	Кзк, %
29	Період коливань	70,2
30	Частота коливань	71,3
31	Гармонічні коливання	17,0
32	Механічні та електромагнітні хвилі	34,0
33	Світловий промінь в оптичних системах	29,8
34	Фронт хвилі	25,5
35	Фокусна відстань в оптичних системах	23,4
	Всього	37,81
Середній рівень		
1	Система відліку в електронних системах	25,59
2	Доцентрове прискорення	31,91
3	Взаємодія механічна, електромагнітна	55,32
4	Протидія в автоматизованих системах	24,5
5	Види сил в комп'ютерно-інтегрованих технологіях	26,59
6	Закони Ньютона в автоматичних системах	38,29
7	Закони збереження в автоматизованих системах	32,97
8	Механічна робота в системах автоматизації	42,55
9	Потужність (механічна, електромагнітна, польова)	65,95
10	Кінетична і потенціальна енергія	53,2
11	Енергоефективність	21,3
12	Концентрація носіїв зарядів	19,1
13	Опис властивостей твердих тіл	50,03
14	Теплопровідність в автоматичних системах	21,3
15	Конвекція в робототехніці	37,2
16	Деформація	19,1
17	Жорсткість механічних частин	34,04
18	Графічні зображення напруженості електричного поля	17,0
19	Електрична ємність електронних компонентів	32,97
20	Конденсатор та його обслуговування	56,68
21	Енергія електричного поля	38,3
22	Залежність електричного опору матеріалів від температури	36,2
23	Джерела і приймачі електричної енергії	43,6
24	Активний опір	10,6
25	Реактивний опір	10,6
26	Електричний резонанс	21,3
27	Трансформатор	45,7
28	Генератор струму	25,5
29	Теплова дія струму	39,4
30	Електрорушійна сила	16,0
31	Потужність і ККД джерел електричної енергії	19,1
32	Магнітна індукція автоматичних систем	37,2
33	Правило лівої руки	24,5
34	Магнітний потік	34,0
35	Індуктивність	21,3
36	Енергія магнітного поля	19,1
37	Діамагнітні, парамагнітні і феромагнітні речовини	34,0
38	Циклічна частота	27,7
39	Вільні коливання в коливальному контурі	28,7
40	Вимушені електромагнітні коливання	31,9

№ з/п	Поняття, явище, процес (94 здобувачі освіти)	Кзк, %
41	Резонанс в електричних колах	36,2
42	Електрична потужність	38,3
	Всього	26,11
Достатній рівень		
1	Обертальний рух елементів робота	41,48
2	Кутова швидкість обертання в механізмах	38,3
3	Додавання сил у механізмах автоматизації	35,1
4	Інерція в автоматичних процесах	39,4
5	Маса тіл, частинок, поля	14,9
6	Механічна робота в системах автоматизації	34,04
7	Потужність (механічна, електромагнітна, польова)	44,7
8	Кінетична і потенціальна енергія	43,6
9	Властивості абсолютно твердих тіл в електроніці	21,3
10	Маятник в електронних системах	20,2
11	Рідина в робототехнічних системах	30,9
12	Механічна робота в системах автоматизації	38,29
13	Температура в роботі автоматизованих пристроїв	22,34
14	Дифузія в електроніці	22,3
15	В'язкість речовин в електротехніці	13,8
16	Механічна напруга в деталях автоматичних систем	16,94
17	Закон Гука для елементів автоматизованих систем	18,1
18	Кристалічна решітка напівпровідників	19,1
19	Напруженість в електронних системах	18,1
20	Електровимірювальні прилади	43,6
21	Напівпровідник	29,8
22	Діод, транзистор, польовий транзистор	20,2
23	Напруженість магнітного поля	37,2
24	Магнітна проникність матеріалів	36,2
25	Явище електромагнітної індукції	13,8
26	Електромагніт	38,3
27	Вібраційні процеси в автоматизованих системах	36,2
28	Шуми в електроніці	19,1
29	Інтерференція хвиль	16,0
30	Дифракція хвиль	19,1
31	Поляризація хвиль	20,2
32	Лінзи в сенсорах і датчиках	43,6
33	Звукові коливання в електроніці	45,7
34	Ультразвук в автоматизованих системах	19,1
35	Інфразвук в інженерних і автоматизованих системах	19,12
36	Змінний електричний струм в автоматизованих системах	12,77
	Всього	27,42
Високий рівень		
1	Рівновага у конструкціях автоматизованих установок	12,77
2	Плече сили в системах автоматики	8,51
3	Момент сили в системах автоматики	7,45
4	Центр мас і його роль в інженерії	10,64
5	Умови рівноваги в комп'ютерній інженерії	7,45
6	Імпульс у рухомих елементах	10,64
7	Ударні навантаження	6,38

№ з/п	Поняття, явище, процес (94 здобувачі освіти)	Кзк, %
8	Фазові переходи в електроніці	9,57
9	Властивість ізоотропії в інженерії	6,38
10	Властивості анізотропії в інженерії	8,51
11	Надпровідність у сучасних системах автоматизації	9,57
12	Коливання в автоматизованих і роботизованих системах	8,51
13	Електромагнітні коливання і хвилі	11,7
14	Антени в автоматизованих системах	6,38
	Всього	8,66
Разом		27,51

Показники констатувального експерименту Спеціальності 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт

№ з/п	Поняття, явище, процес (175 студентів)	Кзк, %
Початковий рівень		
1	Механічний рух систем і механізмів	74,9
2	Прямолінійний рівномірний рух транспортних засобів	75,4
3	Матеріальна точка в конструкціях	37,1
4	Траскторія руху частин механізмів	15,4
5	Шлях у процесі роботи машин	79,4
6	Швидкість руху частинок, механізмів і транспортних засобів	74,3
7	Період обертання деталей установок і механізмів	36,0
8	Обертова частота деталей у машинах і верстатах	34,3
9	Види сил, що діють на механічні системи	73,1
10	Інерція транспортних засобів	39,4
11	Маса елементів конструкцій	38,3
12	Закони Ньютона для розрахунку руху	49,1
13	Механічна робота в механізмах і системах транспорту	19,4
14	Механічна потужність машин і установок	28,6
15	ККД простих механізмів у транспортних системах	14,3
16	Механічна енергія рухомих частин	17,1
17	Кристалізація в технологічних процесах	31,4
18	Плавлення в технологічних процесах	20,6
19	Випаровування в технологічних процесах	20,6
20	Властивості газів у двигунах	41,1
21	Деформація, види деформацій	40,0
22	Жорсткість конструкцій автомобілів і верстатів	23,4
23	Модуль Юнга	41,1
24	Закон Гука	37,7
25	Кристалічна решітка металів	18,9
26	Електричне поле в електронних схемах	13,1
27	Електрична напруга в електронних схемах	21,1
28	Провідники та діелектрики в електронних схемах	13,1
29	Сила струму	22,3
30	Амплітуда коливань елементів систем	20,6
31	Період коливань елементів систем	15,4
32	Частота коливань елементів систем	30,3

№ з/п	Поняття, явище, процес (175 студентів)	К _{зк} , %
	Всього	34,91
Середній рівень		
1	Механічний рух систем і механізмів	32,0
2	Система відліку в електронних системах	38,3
3	Середня швидкість транспортного засобу або механізму	16,0
4	Додавання швидкостей у транспортних системах	29,7
5	Прискорення механізмів і транспортних засобів	15,4
6	Рівноприскорений рух частин механізмів	42,9
7	Обертальний рух під впливом зовнішніх сил	22,3
8	Доцентрове прискорення при обертанні деталей механізмів	11,4
9	Взаємодія частин систем	13,1
10	Деформація абсолютно твердих тіл у пристроях	38,3
11	Закони збереження механічної енергії	19,4
12	Поняття ваги в інженерії	27,4
13	Температура в системах охолодження і двигунах	43,4
14	Рідина, гідравліка	44,0
15	Властивості твердих тіл у конструкціях	42,3
16	Теплопровідність у системах охолодження	38,9
17	Закон Ома в електричних колах автомобілів	38,3
18	Електровимірювальні прилади	50,3
19	Питомий опір матеріалів	48,6
20	Електричний струм у металах	20,0
21	Електричний опір у системах транспорту	20,6
22	З'єднання провідників	17,1
23	Джерела і приймачі електричної енергії в транспорті	20,0
24	Діамагнітні, парамагнітні і феромагнітні речовини	18,9
25	Магнітна проникність (абсолютна та відносна),	38,3
26	Електромагніт	31,4
27	Циклічна частота	38,9
28	Резонанс у механічних конструкціях	39,4
29	Маятники у механічних конструкціях	32,6
30	Гармонічні коливання систем амортизації	32,0
31	Механічні хвилі у механічних конструкціях	20,6
32	Звук	40,6
	Всього	30,70
Достатній рівень		
1	Кутова швидкість обертання в механізмах	16,0
2	Кутове, тангенційне, повне прискорення	11,4
3	Енергетичні витрати	13,1
4	Оптимізація енергоспоживання	38,3
5	Рух тіла під дією кількох сил	22,9
6	Умови рівноваги деталей механізмів	30,3
7	Імпульс рухомих деталей і механізмів	18,3
8	Імпульс сили в динамічних системах	19,4
9	Удар при зіткненні деталей	16,0
10	Внутрішня енергія робочих тіл	43,4
11	Перше начало термодинаміки в роботі двигунів	33,1

№ з/п	Поняття, явище, процес (175 студентів)	К _{зк} , %
12	Друге начало термодинаміки у процесах перетворення енергії	38,9
13	Механічна напруга у вузлах конструкцій	13,7
14	Абсолютне видовження конструкцій	19,4
15	Відносне видовження конструкцій	25,7
16	Теплова дія струму в системах нагріву	20,6
17	Магнітне поле у двигунах	19,4
18	Магнітний потік у джерелах електричної енергії	23,4
19	Індуктивність у колах електроніки	17,1
20	Коливання деталей і вузлів у механічних системах	23,4
21	Вібрація механізмів	38,3
22	Шум механізмів	36,0
23	Змінний електричний струм	28,0
24	Трансформатор в системах електроживлення	16,0
25	Електрична потужність	26,3
	Всього	24,34
Високий рівень		
1	Рівновага у статичних і динамічних системах	11,4
2	Плече сили в роботі важелів і механізмів	10,3
3	Момент сили елементів верстата	16,0
4	Центр ваги автомобіля чи механізму	34,3
5	Абсолютно тверде тіло в аналізі конструкцій машин	19,4
6	Дифузія мастильних матеріалів	23,4
7	В'язкість мастил і робочих рідин у механізмах	18,3
8	Ізотропія властивостей матеріалів у деталях	16,0
9	Анізотропія властивостей матеріалів у деталях	17,1
10	Надпровідність у сучасних системах	20,6
11	Генератор	28,6
12	Електромагнітні коливання і хвилі	23,4
13	Антени для радіозв'язку і навігаційних систем	16,0
	Всього	9,55
Разом		27,76

Додаток Д

Додаток Д.1. Знаннєва компонента

Узагальнені показники компетентності знаннєвої компоненти студентів
спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
1	Матеріальна точка в роботах	35,7	4,4	57,3	4,5	6,3
2	Система відліку в електронних системах	32,6	4,4	56,2	4,5	6,3
3	Швидкість руху частинок, роботів	63,1	4,5	83,4	3,4	5,6
4	Прискорення при русі частинок, механізмів	42,4	4,6	75,8	3,9	6,0
5	Період обертання в деталях установок	63,6	4,5	81,0	3,6	5,7
6	Види сил в комп'ютерній інженерії	34,7	4,4	56,5	4,5	6,3
7	Механічна робота механізмів з електронними пристроями	65,2	4,4	84,5	3,3	5,5
8	Потужність (механічна, електромагнітна, польова)	65,7	4,4	87,3	3,0	5,4
9	Поняття тиску в комп'ютерній інженерії	31,5	4,3	58,2	4,5	6,2
10	Методи визначення об'єму в системах	37,3	4,5	57,0	4,5	6,4
11	Плавлення (інженерні процеси)	38,3	4,5	56,0	4,5	6,4
12	Випаровування (інженерні процеси)	38,8	4,5	58,5	4,5	6,4
13	Пароутворення при створенні електронних приладів	33,1	4,4	57,8	4,5	6,3
14	Теплопровідність в комп'ютерних системах	37,3	4,5	56,9	4,5	6,4
15	Конвекція і комп'ютерній інженерії	59,4	4,6	78,9	3,7	5,9
16	Деформація, види деформацій	67,1	4,4	78,1	3,8	5,8
17	Електричне поле в електронних системах	31,0	4,3	58,6	4,5	6,2
18	Напруженість в електронних системах	39,4	4,5	62,4	4,4	6,3
19	Закон Кулона	36,2	4,5	57,3	4,5	6,3
20	Електричний потенціал	32,6	4,4	57,9	4,5	6,3
21	Різниця потенціалів	35,7	4,4	58,6	4,5	6,3
22	Електрична напруга	35,2	4,4	58,9	4,5	6,3
23	Конденсатор та його обслуговування	34,5	4,4	58,3	4,5	6,3
24	Ємність конденсатора	35,2	4,4	61,5	4,4	6,3
25	Енергія електричного поля	35,7	4,4	59,0	4,5	6,3
26	Провідники в електричному полі	36,2	4,5	57,9	4,5	6,3
27	З'єднання провідників	27,8	4,2	55,6	4,5	6,2
28	Залежність електричного опору провідників від температури.	38,3	4,5	56,5	4,5	6,4
29	Джерела і приймачі електричної енергії	38,8	4,5	65,5	4,3	6,3
30	Теплова дія струму	41,3	4,6	73,7	4,0	6,1
31	Магнітна індукція	39,9	4,5	67,9	4,3	6,2
32	Правило лівої руки.	73,1	4,1	87,2	3,0	5,1
33	Амплітуда коливань	33,6	4,4	55,6	4,5	6,3
34	Період коливань	34,1	4,4	62,6	4,4	6,2
35	Частота коливань	34,7	4,4	64,8	4,4	6,2
36	Світловий промінь	34,7	4,4	73,9	4,0	6,0
37	Кутова швидкість обертання в механізмах	35,5	4,4	59,0	4,5	6,3
38	Доцентрове прискорення	41,3	4,6	72,4	4,1	6,1
39	Інерція і інженерії	39,0	4,5	64,8	4,4	6,3

№ з/п	Поняття, явище, процес	$K_{зк}, \%$	$P_{рк} \cdot 10^{-2}$	$K_{зе}, \%$	$P_{ре} \cdot 10^{-2}$	$P_c \cdot 10^{-2}$
40	Поняття ваги в інженерії	27,0	4,1	54,5	4,5	6,1
41	Центр мас і його роль в інженерії	25,6	4,1	52,9	4,6	6,1
42	Імпульс тіла (роботи та ін.)	29,3	4,2	63,7	4,4	6,1
43	Імпульс сили (загальне поняття)	21,6	3,8	54,2	4,5	5,9
44	Удар в комп'ютерній інженерії	35,2	4,4	61,7	4,4	6,3
45	Осмос в техніці	44,5	4,6	72,3	4,1	6,2
46	Перше начало термодинаміки	26,1	4,1	58,8	4,5	6,1
47	Броунівський рух в електроніці	26,2	4,1	54,5	4,5	6,1
48	Застосування основних положень МКТ в електроніці	23,6	3,9	57,6	4,5	6,0
49	Внутрішня енергія джерел енергії	23,5	3,9	56,0	4,5	6,0
50	Опис властивостей твердих тіл	32,6	4,4	64,1	4,4	6,2
51	Деформація, види деформацій	31,7	4,3	61,0	4,5	6,2
52	Жорсткість деталей	25,0	4,0	53,2	4,6	6,1
53	Кристалічна решітка напівпровідників	26,8	4,1	59,0	4,5	6,1
54	Електричний заряд в різних середовищах	18,4	3,6	41,6	4,5	5,8
55	Діелектрична проникність (абсолютна і відносна).	22,6	3,9	57,0	4,5	6,0
56	Електровимірювальні прилади	19,6	3,7	60,8	4,5	5,8
57	Електричний опір, питомий опір	22,4	3,9	57,1	4,5	5,9
58	Електрорушійна сила	21,0	3,8	52,6	4,6	5,9
59	Потужність і ККД джерела електричної енергії.	20,9	3,8	54,0	4,5	5,9
60	Перетворення електричної енергії в інші види енергії: теплову, світлову, хімічну.	25,0	4,0	58,8	4,5	6,0
61	Напівпровідник	41,5	4,6	67,3	4,3	6,3
62	Діод, транзистор, польовий транзистор	27,7	4,2	58,3	4,5	6,1
63	Поняття постійного магніту	22,9	3,9	53,4	4,6	6,0
64	Магнітне поле	22,5	3,9	57,0	4,5	6,0
65	Закон Ампера	24,7	4,0	54,6	4,5	6,1
66	Магнітний потік	21,6	3,8	52,4	4,6	5,9
67	Індуктивність	22,0	3,8	52,8	4,6	6,0
68	Енергія магнітного поля.	25,4	4,0	51,2	4,6	6,1
69	Діамагнітні, парамагнітні і феромагнітні речовини;	26,0	4,1	54,0	4,5	6,1
70	Циклічна частота	20,0	3,7	53,2	4,6	5,9
71	Вільні коливання в коливальному контурі	25,5	4,0	55,2	4,5	6,1
72	Вимушені електромагнітні коливання	20,0	3,7	53,7	4,6	5,9
73	Резонанс в електричних колах	28,5	4,2	61,2	4,4	6,1
74	Гармонічні коливання	35,0	4,4	62,4	4,4	6,3
75	Механічні та електромагнітні хвилі	42,0	4,6	78,1	3,8	5,9
76	Фокусна відстань оптичних систем	24,5	4,0	56,7	4,5	6,0
77	Трансформатор	27,0	4,1	58,1	4,5	6,1
78	Електрична потужність	22,0	3,8	56,4	4,5	5,9
79	Взаємодія механічна, електромагнітна	23,2	3,9	53,5	4,6	6,0
80	Протидія в інженерних машинах	23,2	3,9	57,0	4,5	6,0
81	Маса, тіл, частинок, поля	23,5	3,9	61,2	4,4	5,9
82	Закони Ньютона в автоматичних системах	24,3	4,0	58,3	4,5	6,0

№ з/п	Поняття, явище, процес	$K_{зк}, \%$	$P_{рк} \cdot 10^{-2}$	$K_{зе}, \%$	$P_{ре} \cdot 10^{-2}$	$P_c \cdot 10^{-2}$
83	Умови рівноваги в комп'ютерній інженерії	24,8	4,0	54,1	4,5	6,1
84	З'днання конденсаторів у електроніці	19,5	3,7	49,3	4,6	5,9
85	Дифузія в електроніці	21,2	3,8	47,5	4,6	5,9
86	В'язкість речовин в електротехніці	20,3	3,7	48,6	4,6	5,9
87	Концентрація носіїв зарядів	20,5	3,7	51,8	4,6	5,9
88	Друге начало термодинаміки в електронних системах	21,1	3,8	51,4	4,6	5,9
89	Фазові переходи в електроніці	22	3,8	52,0	4,6	6,0
90	Кристалізація (напівпровідники)	24,2	4,0	64,4	4,4	5,9
91	Механічна напруга в деталях автоматичних систем	18,6	3,6	51,7	4,6	5,8
92	Графічні зображення напруженості електричного поля	16,7	3,5	57,2	4,5	5,7
93	Напруженість магнітного поля	22,9	3,9	58,3	4,5	6,0
94	Магнітна проникність (абсолютна та відносна).	16,4	3,4	49,8	4,6	5,7
95	Явище електромагнітної індукції.	27,3	4,1	52,8	4,6	6,2
96	Правило правої руки.	26,4	4,1	54,1	4,5	6,1
97	Електромагнітна дія струму	19,5	3,7	53,1	4,6	5,9
98	Вібраційні процеси в комп'ютерних системах	32,2	4,3	57,7	4,5	6,3
99	Шуми в електроніці	32,2	4,3	64,0	4,4	6,2
100	Маятник в електронних системах	23,5	3,9	61,1	4,5	5,9
101	Інтерференція хвиль	21,5	3,8	52,2	4,6	5,9
102	Дифракція хвиль	24,2	4,0	55,0	4,5	6,0
103	Поляризація хвиль	22	3,8	58,0	4,5	5,9
104	Фронт хвилі	23	3,9	60,2	4,5	5,9
105	Лінзи в датчиках	24,6	4,0	56,2	4,5	6,0
106	Використання звукових коливань в електроніці	26,5	4,1	62,0	4,4	6,0
107	Ультразвук в електронних пристроях	25,9	4,1	56,3	4,5	6,1
108	Інфразвук в електронних пристроях	22,3	3,9	56,0	4,5	6,0
109	Електромагнітні коливання в контурі	21,6	3,8	47,4	4,6	5,9
110	Генератор струму	22,8	3,9	49,6	4,6	6,0
111	Електромагнітні коливання і хвилі	19,3	3,7	48,7	4,6	5,9
112	Закони збереження в комп'ютерній інженерії	9,3	2,7	19,3	3,6	4,5
113	Енергоефективність	10	2,8	23,7	3,9	4,8
114	Властивості абсолютно твердих тіл в електроніці	9,4	2,7	19,4	3,6	4,5
115	Температура в комп'ютерній техніці	12,4	3,1	26,4	4,0	5,1
116	Розподіл молекул електронного газу за швидкостями	8,1	2,5	18,1	3,5	4,3
117	Рідина в квантових системах	10,4	2,8	21,2	3,7	4,7
118	Властивість ізоτροпії комп'ютерній інженерії	7,5	2,4	20,0	3,7	4,4
119	Властивості анізотропії в комп'ютерній інженерії	7,4	2,4	17,0	3,4	4,2
120	Надпровідність у сучасних системах	12,8	3,1	31,3	4,2	5,2
121	Коливання в комп'ютерних системах	11,5	3,0	21,6	3,8	4,8
122	Котушка індуктивності	9,5	2,7	19,5	3,6	4,5
123	Змінний електричний струм	9,8	2,8	20,4	3,7	4,6
124	Кутове, тангенційне, повне прискорення	11,2	2,9	25,4	4,0	4,9

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
125	Активний опір	7,5	2,4	16,4	3,4	4,2
126	Реактивний опір	7,2	2,4	17,2	3,4	4,2
127	Електричний резонанс	7,5	2,4	18,0	3,5	4,3
128	Антени в комп'ютерній техніці	12,2	3,0	22,1	3,8	4,9
129	Фотон та його властивості в побудові фотоелектроніки	8,2	2,5	17,2	3,4	4,3
130	Фотоефект в електроніці	10,4	2,8	18,6	3,6	4,5
131	Фотоелементи в комп'ютерних системах	10,8	2,9	18,6	3,6	4,6
132	Лазер в електронних пристроях	10,2	2,8	18,2	3,5	4,5
	Всього	26,42	4,09	53,07	4,56	6,13

Узагальнені показники компетентності знаннявої компоненти спеціальності 174
Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
1	Матеріальна точка в конструкціях	43,6	5,1	74,8	4,4	6,7
2	Швидкість частинок, роботів	52,5	5,2	86,9	3,4	6,2
3	Прискорення при русі частинок, механізмів	44,0	5,1	77,1	4,2	6,7
4	Період обертання обертання в механізмах	36,5	5,0	69,2	4,7	6,8
5	Обертова частота в механізмах	42,3	5,1	73,5	4,5	6,8
6	Поняття ваги в інженерії	46,0	5,1	76,4	4,3	6,7
7	Внутрішня енергія автоматизованих систем	46,0	5,1	78,3	4,2	6,6
8	Перше начало термодинаміки в робототехніці	35,7	4,9	66,9	4,8	6,9
9	Друге начало термодинаміки в робототехніці	46,8	5,1	78,8	4,1	6,6
10	Кристалізація (напівпровідники)	42,5	5,1	75,3	4,4	6,7
11	Плавлення (інженерні процеси)	45,7	5,1	75,2	4,4	6,7
12	Випаровування (інженерні процеси)	41,5	5,1	72,6	4,5	6,8
13	Газові елементи в термодинамічних системах автоматизації	44,5	5,1	74,6	4,4	6,8
14	Рідина в робототехнічних системах	38,3	5,0	71,4	4,6	6,8
15	Електричний заряд в різних середовищах	29,0	4,7	58,9	5,0	6,8
16	Електричне поле в електронних системах	28,7	4,7	62,0	4,9	6,8
17	Закон Кулона	39,1	5,0	70,7	4,6	6,8
18	Електричний потенціал	28,6	4,7	60,8	4,9	6,8
19	Електрична напруга	30,8	4,8	62,4	4,9	6,8
20	Провідники і діелектрики	30,0	4,7	61,8	4,9	6,8
21	Сила струму	46,1	5,1	77,3	4,2	6,7
22	Електричний опір в електронних компонентах	41,7	5,1	73,9	4,4	6,7
23	З'єднання провідників	32,2	4,8	61,8	4,9	6,9
24	Магнітне поле електронних елементів	31,0	4,8	60,6	4,9	6,9
25	Амплітуда коливань	29,7	4,7	60,9	4,9	6,8
26	Маятник в електронних системах	27,6	4,6	61,8	4,9	6,7
27	Гармонічні коливання	24,7	4,4	55,8	5,0	6,7
28	Механічні та електромагнітні хвилі	41,6	5,1	72,0	4,5	6,8
29	Світловий промінь в оптичних системах	36,5	5,0	70,5	4,6	6,8
30	Фронт хвилі	32,8	4,8	64,1	4,8	6,9
31	Фокусна відстань в оптичних системах	31,6	4,8	62,8	4,9	6,8

№ з/п	Поняття, явище, процес	$K_{зк}, \%$	$P_{рк} \cdot 10^{-2}$	$K_{зе}, \%$	$P_{ре} \cdot 10^{-2}$	$P_c \cdot 10^{-2}$
32	Система відліку в електронних системах	28,4	4,7	60,3	4,9	6,8
33	Доцентрове прискорення	32,6	4,8	66,9	4,8	6,8
34	Взаємодія механічна, електромагнітна	28,2	4,6	59,3	5,0	6,8
35	Протидія в автоматизованих системах	28,0	4,6	60,6	4,9	6,8
36	Види сил в комп'ютерно-інтегрованих технологіях	57,8	5,1	87,5	3,3	6,1
37	Закони збереження в автоматизованих системах	22,0	4,3	55,7	5,0	6,6
38	Механічна робота в системах автоматизації	50,2	5,2	82,0	3,9	6,5
39	Потужність (механічна, електромагнітна, польова)	48,0	5,2	79,8	4,1	6,6
40	Кінетична і потенціальна енергія	47,2	5,1	78,0	4,2	6,6
41	Енергоефективність	16,7	3,8	49,0	5,0	6,3
42	Концентрація носіїв зарядів	14,6	3,6	47,7	5,0	6,2
43	Теплопровідність в автоматичних системах	15,7	3,8	46,4	5,0	6,3
44	Конвекція в робототехніці	30,8	4,8	64,8	4,8	6,8
45	Деформація	43,6	5,1	76,6	4,3	6,7
46	Жорсткість механічних частин	37,8	5,0	70,0	4,6	6,8
47	Графічні зображення напруженості електричного поля	12,5	3,4	44,4	5,0	6,1
48	Електрична ємність електронних компонентів	31,6	4,8	62,3	4,9	6,9
49	Конденсатор та його обслуговування	57,0	5,1	86,8	3,4	6,1
50	Енергія електричного поля	32,5	4,8	64,4	4,8	6,8
51	Залежність електричного опору матеріалів від температури	31,6	4,8	65,6	4,8	6,8
52	Джерела і приймачі електричної енергії	38,0	5,0	68,6	4,7	6,9
53	Електрорушійна сила	20,0	4,1	49,7	5,1	6,5
54	Потужність і ККД джерел електричної енергії	14,0	3,6	44,1	5,0	6,2
55	Магнітна індукція автоматичних систем	31,5	4,8	62,4	4,9	6,8
56	Правило лівої руки	18,4	4,0	50,2	5,1	6,4
57	Магнітний потік	27,8	4,6	58,7	5,0	6,8
58	Індуктивність	16,7	3,8	47,9	5,0	6,3
59	Енергія магнітного поля	13,8	3,6	43,3	5,0	6,1
60	Діамагнітні, парамагнітні і феромагнітні речовини	26,5	4,6	58,2	5,0	6,7
61	Циклічна частота	23,1	4,3	52,8	5,0	6,7
62	Вільні коливання в коливальному контурі	24,2	4,4	55,7	5,0	6,7
63	Вимушені електромагнітні коливання	25,2	4,5	59,6	5,0	6,7
64	Резонанс в електричних колах	26,0	4,5	57,1	5,0	6,7
65	Електрична потужність	32,2	4,8	63,8	4,9	6,8
66	Кутова швидкість обертання в механізмах	27,1	4,6	58,4	5,0	6,8
67	Додавання сил у механізмах автоматизації	35,8	4,9	67,4	4,7	6,8
68	Інерція в автоматичних процесах	41,8	5,1	73,7	4,4	6,8
69	Маса тіл, частинок, поля	40,8	5,1	72,7	4,5	6,8
70	Енергетичні витрати	27,5	4,6	60,8	4,9	6,7
71	Змінний електричний струм	27,5	4,6	58,3	5,0	6,8
72	Кутове, тангенційне, повне прискорення	40,0	5,1	69,8	4,6	6,9

№ з/п	Поняття, явище, процес	$K_{зк}, \%$	$P_{рк} \cdot 10^{-2}$	$K_{зе}, \%$	$P_{ре} \cdot 10^{-2}$	$P_c \cdot 10^{-2}$
73	Властивості абсолютно твердих тіл в електроніці	24,1	4,4	55,0	5,0	6,7
74	Дифузія в електроніці	23,5	4,4	55,4	5,0	6,7
75	В'язкість речовин в електротехніці	15,4	3,7	46,2	5,0	6,3
76	Механічна напруга в деталях автоматичних систем	36,8	5,0	67,0	4,7	6,9
77	Закон Гука для елементів автоматизованих систем	20,8	4,2	52,0	5,0	6,6
78	Кристалічна решітка напівпровідників	20,9	4,2	55,3	5,0	6,5
79	Напруженість в електронних системах	20,0	4,1	54,5	5,0	6,5
80	Електровимірювальні прилади	45,5	5,1	77,9	4,2	6,6
81	Напівпровідник	31,6	4,8	64,3	4,8	6,8
82	Діод, транзистор, польовий транзистор	32,3	4,8	62,7	4,9	6,9
83	Напруженість магнітного поля	38,8	5,0	71,5	4,6	6,8
84	Магнітна проникність матеріалів	37,5	5,0	70,0	4,6	6,8
85	Явище електромагнітної індукції	14,0	3,6	46,2	5,0	6,2
86	Електромагніт	41,0	5,1	73,0	4,5	6,8
87	Вібраційні процеси в автоматизованих системах	38,0	5,0	72,4	4,5	6,7
88	Шуми в електроніці	21,0	4,2	51,5	5,0	6,6
89	Інтерференція хвиль	17,9	4,0	49,3	5,1	6,4
90	Дифракція хвиль	20,6	4,2	50,6	5,1	6,6
91	Поляризація хвиль	21,8	4,3	51,8	5,0	6,6
92	Лінзи в сенсорах і датчиках	30,2	4,7	60,6	4,9	6,8
93	Звукові коливання в електроніці	23,2	4,4	57,4	5,0	6,6
94	Ультразвук в автоматизованих системах	16,4	3,8	50,2	5,1	6,3
95	Інфразвук в інженерних і автоматизованих системах	22,5	4,3	55,5	5,0	6,6
96	Змінний електричний струм в автоматизованих системах	16,3	3,8	48,7	5,0	6,3
97	Закони збереження в комп'ютерній інженерії	20,8	4,2	52,3	5,0	6,6
98	Оптимізація енергоспоживання	10,2	3,1	40,1	5,0	5,9
99	Деформація абсолютно твердих тіл у пристроях	19,1	4,1	48,8	5,0	6,5
100	Температура в комп'ютерній техніці	20,5	4,2	51,3	5,0	6,5
101	Розподіл молекул електронного газу за швидкостями	6,9	2,6	36,9	4,9	5,5
102	Рідина в квантових системах	8,6	2,9	42,7	5,0	5,8
103	Властивість ізотропії комп'ютерній інженерії	6,3	2,5	37,0	4,9	5,5
104	Властивості анізотропії в комп'ютерній інженерії	6,8	2,6	39,5	4,9	5,6
105	Надпровідність у сучасних системах	7,7	2,7	38,4	4,9	5,6
106	Коливання в комп'ютерних системах	8,9	2,9	39,1	4,9	5,7
107	Котушка індуктивності	8,4	2,9	37,9	4,9	5,7
108	З'днання конденсаторів у електроніці	7,0	2,6	39,3	4,9	5,6
109	Активний опір	8,7	2,9	41,2	5,0	5,8
110	Реактивний опір	7,6	2,7	38,5	4,9	5,6
111	Електричний резонанс	9,0	3,0	42,0	5,0	5,8

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
112	Антени в комп'ютерній техніці	19,2	4,1	50,1	5,1	6,5
113	Фотон та його властивості в побудові фотоелектроніки	7,0	2,6	40,4	5,0	5,6
114	Фотоефект в електроніці	7,5	2,7	39,4	4,9	5,6
115	Фотоелементи в комп'ютерних системах	8,3	2,8	40,0	4,9	5,7
116	Лазер в електронних пристроях	9,4	3,0	39,9	4,9	5,8
	Всього	28,06	4,63	59,25	4,96	6,8

Узагальнені показники компетентності знаннявої компоненти спеціальностей
 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
1	Матеріальна точка в конструкціях	38,5	3,7	67,6	3,7	5,2
2	Траєкторія руху частин механізмів	39,1	3,7	64,9	3,7	5,3
3	Період обертання деталей установок і механізмів	40,2	3,8	70,4	3,6	5,2
4	Обертова частота деталей у машинах і верстатах	38,8	3,7	62,4	3,8	5,3
5	Інерція транспортних засобів	49,6	3,8	78,3	3,2	5,0
6	Маса елементів конструкцій	38	3,7	70,7	3,6	5,1
7	Закони Ньютона для розрахунку руху	38,9	3,7	66,5	3,7	5,2
8	Механічна робота в механізмах і системах транспорту	39,3	3,7	66,5	3,7	5,3
9	Механічна потужність машин і установок	20,1	3,1	49,7	3,9	5,0
10	ККД простих механізмів у транспортних системах	68,7	3,6	84,2	2,8	4,6
11	Механічна енергія рухомих частин	39,9	3,8	72,5	3,5	5,1
12	Кристалізація в технологічних процесах	60,4	3,8	81,0	3,1	4,8
13	Плавлення в технологічних процесах	38,6	3,7	67,6	3,7	5,2
14	Випаровування в технологічних процесах	31,2	3,6	63,1	3,8	5,2
15	Властивості газів у двигунах	38,5	3,7	70,5	3,6	5,2
16	Деформація, види деформацій	38,4	3,7	71,0	3,5	5,1
17	Жорсткість конструкцій автомобілів і верстатів	39,8	3,8	72,1	3,5	5,1
18	Модуль Юнга	40,3	3,8	68,3	3,6	5,2
19	Закон Гука	38,3	3,7	66,7	3,7	5,2
20	Кристалічна решітка металів	59,7	3,8	81,8	3,0	4,8
21	Електричне поле в електронних схемах	40,6	3,8	74,2	3,4	5,1
22	Електрична напруга в електронних схемах	38,2	3,7	70,9	3,5	5,1
23	Провідники та діелектрики в електронних схемах	39,4	3,7	72,3	3,5	5,1
24	Сила струму	20,7	3,1	52,8	3,9	5,0
25	Амплітуда коливань елементів систем	38,1	3,7	70,7	3,6	5,1
26	Період коливань елементів систем	29,5	3,5	62,4	3,8	5,2
27	Частота коливань елементів систем	20,8	3,1	53,1	3,9	5,0
28	Механічний рух систем і механізмів	22,7	3,2	55,7	3,9	5,0
29	Система відліку в електронних системах	39	3,7	71,5	3,5	5,1

№ з/п	Поняття, явище, процес	$K_{зк}, \%$	$P_{рк} \cdot 10^{-2}$	$K_{зе}, \%$	$P_{ре} \cdot 10^{-2}$	$P_c \cdot 10^{-2}$
30	Середня швидкість транспортного засобу або механізму	27,2	3,4	49,9	3,9	5,2
31	Додавання швидкостей у транспортних системах	24,5	3,3	47,0	3,9	5,1
32	Прискорення механізмів і транспортних засобів	16,3	2,8	40,1	3,8	4,8
33	Рівноприскорений рух частин механізмів	23,5	3,3	46,3	3,9	5,1
34	Обертальний рух під впливом зовнішніх сил	23	3,2	45,3	3,9	5,1
35	Доцентрове прискорення при обертанні деталей механізмів	12,6	2,5	35,9	3,7	4,5
36	Взаємодія частин систем	23,1	3,2	45,3	3,9	5,1
37	Деформація абсолютно твердих тіл у пристроях	18,4	3,0	41,3	3,8	4,9
38	Закони збереження механічної енергії	20,4	3,1	42,3	3,9	4,9
39	Поняття ваги в інженерії	28	3,4	50,2	3,9	5,2
40	Температура в системах охолодження і двигунах	44,2	3,8	67,1	3,7	5,3
41	Рідина, гідравліка	44,8	3,8	68,0	3,6	5,3
42	Властивості твердих тіл у конструкціях	36,4	3,7	59,3	3,8	5,3
43	Теплопровідність у системах охолодження	20,5	3,1	43,3	3,9	5,0
44	Закон Ома в електричних колах автомобілів	39,6	3,8	62,3	3,8	5,3
45	Електровимірювальні прилади	51,2	3,8	73,3	3,5	5,2
46	Питомий опір матеріалів	38,9	3,7	61,4	3,8	5,3
47	Електричний струм у металах	21,6	3,2	44,2	3,9	5,0
48	Електричний опір у системах транспорту	22	3,2	45,4	3,9	5,0
49	З'єднання провідників	18,5	3,0	41,5	3,8	4,9
50	Джерела і приймачі електричної енергії в транспорті	20,5	3,1	42,5	3,9	4,9
51	Діамагнітні, парамагнітні і феромагнітні речовини	20,6	3,1	43,6	3,9	5,0
52	Магнітна проникність (абсолютна та відносна),	35,6	3,7	65,3	3,7	5,2
53	Електромагніт	32,5	3,6	55,0	3,9	5,3
54	Циклічна частота	32,4	3,6	55,6	3,9	5,3
55	Резонанс у механічних конструкціях	16,1	2,8	39,5	3,8	4,7
56	Маятники у механічних конструкціях	33,6	3,6	56,9	3,9	5,3
57	Гармонічні коливання систем амортизації	33,1	3,6	55,5	3,9	5,3
58	Механічні хвилі у механічних конструкціях	20,5	3,1	43,2	3,9	5,0
59	Звук	21,2	3,1	44,2	3,9	5,0
60	Кутова швидкість обертання в механізмах	17,2	2,9	40,5	3,8	4,8
61	Кутове, тангенційне, повне прискорення	12	2,5	34,6	3,7	4,5
62	Енергетичні витрати	13,8	2,6	36,6	3,8	4,6
63	Оптимізація енергоспоживання	40,1	3,8	62,4	3,8	5,3
64	Рух тіла під дією кількох сил	23,4	3,2	45,6	3,9	5,1
65	Умови рівноваги деталей механізмів	31,2	3,6	64,5	3,7	5,2
66	Імпульс рухомих деталей і механізмів	19,5	3,0	43,0	3,9	4,9
67	Імпульс сили в динамічних системах	19,8	3,1	42,6	3,9	4,9
68	Удар при зіткненні деталей	19,3	3,0	42,6	3,9	4,9
69	Внутрішня енергія робочих тіл	44,2	3,8	67,2	3,7	5,3
70	Перше начало термодинаміки в роботі двигунів	33,8	3,6	64,3	3,7	5,2
71	Друге начало термодинаміки у процесах перетворення енергії	32	3,6	55,0	3,9	5,3

№ з/П	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
72	Механічна напруга у вузлах конструкцій	14,2	2,7	37,8	3,8	4,6
73	Абсолютне видовження конструкцій	20,5	3,1	43,3	3,9	5,0
74	Відносне видовження конструкцій	26,4	3,4	50,0	3,9	5,2
75	Теплова дія струму в системах нагріву	21,2	3,1	52,7	3,9	5,0
76	Магнітне поле у двигунах	21	3,1	44,3	3,9	5,0
77	Магнітний потік у джерелах електричної енергії	24,6	3,3	47,5	3,9	5,1
78	Індуктивність у колах електроніки	17,9	2,9	40,6	3,8	4,8
79	Коливання деталей і вузлів у механічних системах	24,5	3,3	47,4	3,9	5,1
80	Відбрація механізмів	38,9	3,7	70,8	3,6	5,2
81	Шум механізмів	37,1	3,7	69,8	3,6	5,2
82	Змінний електричний струм	24,5	3,3	47,5	3,9	5,1
83	Трансформатор в системах електроживлення	17,5	2,9	41,1	3,8	4,8
84	Електрична потужність	27,2	3,4	53,8	3,9	5,2
85	Рівновага у статичних і динамічних системах	8,2	2,1	30,6	3,6	4,2
86	Плече сили в роботі важелів і механізмів	12	2,5	34,6	3,7	4,5
87	Момент сили елементів верстата	6,8	1,9	20,1	3,1	3,7
88	Центр ваги автомобіля чи механізму	8,4	2,1	27,4	3,5	4,1
89	Абсолютно тверде тіло в аналізі конструкцій машин	10,6	2,4	33,2	3,7	4,4
90	Дифузія мастильних матеріалів	9,1	2,2	32,2	3,6	4,3
91	В'язкість мастил і робочих рідин у механізмах	9,1	2,2	32,0	3,6	4,3
92	Ізотропія властивостей матеріалів у деталях	6,9	1,9	24,2	3,3	3,9
93	Анізотропія властивостей матеріалів у деталях	7,6	2,0	22,2	3,2	3,8
94	Надпровідність у сучасних системах	7,4	2,0	22,5	3,3	3,8
95	Генератор	11	2,4	23,6	3,3	4,1
96	Електромагнітні коливання і хвилі	9,3	2,2	22,4	3,3	3,9
97	Анени для радіозв'язку і навігаційних систем	8,8	2,2	19,3	3,1	3,8
	Всього	27,94	3,44	53,24	3,90	5,20

Додаток Д.2. Цільова компонента.

Показники компетентності цільової компоненти студентів спеціальності 123
Комп'ютерна інженерія

№ з/П	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Усвідомлення важливості постійного вдосконалення навичок програмування та алгоритмізації.	37,9	4,5	59,6	4,5	6,4
2.	Розуміння необхідності безпеки даних і захисту інформації в комп'ютерних системах.	33,8	4,4	47,8	4,6	6,3
3.	Орієнтація на реалізацію новітніх технологій в сфері комп'ютерної інженерії.	41,5	4,6	68,4	4,2	6,2
4.	Розуміння ролі комп'ютерних мереж та їх безпеки в сучасних системах.	36,4	4,5	55,4	4,5	6,4
5.	Оцінка важливості тестування і налагодження програмного забезпечення.	43,6	4,6	50,9	4,6	6,5

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
6.	Усвідомлення необхідності постійного аналізу та адаптації до змін.	35	4,4	54,7	4,5	6,3
Всього		37,87	4,5	55,84	4,5	6,4
Середній рівень						
1.	Розуміння значення інновацій в сфері комп'ютерних технологій.	21,8	3,8	56,7	4,5	5,9
2.	Прагнення до створення ефективних і оптимальних програмних рішень.	31,6	4,3	53,5	4,6	6,3
3.	Оцінка важливості командної роботи в розробці програмних рішень.	28,6	4,2	45,7	4,5	6,2
4.	Усвідомлення необхідності постійного професійного розвитку та навчання в галузі комп'ютерної інженерії.	29	4,2	58,4	4,5	6,2
5.	Прагнення до застосування нових методів в програмуванні та проектуванні комп'ютерних систем.	24,4	4,0	59,4	4,5	6,0
6.	Визначення особистих цілей у розвитку технологій та інженерних рішень в комп'ютерних системах.	25,5	4,0	53,4	4,6	6,1
Всього		26,30	4,1	54,3	4,5	6,1
Достатній рівень						
1.	Орієнтація на ефективну організацію роботи та розподіл завдань в команді.	23,6	3,9	55,2	4,5	6,0
2.	Усвідомлення ролі комп'ютерних інженерів у вирішенні глобальних проблем сучасного суспільства.	20,0	3,7	52,3	4,6	5,9
3.	Розуміння значення технологічної етики та відповідальності за прийняті технічні рішення.	38,3	4,5	61	4,5	6,3
Всього		26,73	4,1	55,75	4,5	6,1
Високий рівень						
1.	Стимулювання до реалізації проєктів з урахуванням обмежених ресурсів та часу.	8,6	2,6	11,4	4,0	3,9
2.	Розуміння необхідності інтеграції нових технологій у вже існуючі комп'ютерні системи.	11,6	3,0	12,6	4,4	4,3
3.	Оцінка важливості створення комп'ютерних технологій для широкого кола користувачів.	7,2	2,4	9,3	3,8	3,6
Всього		9,1	2,7	12,65	2,8	3,9

Показники компетентності цільової компоненти студентів спеціальності 174
Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Усвідомлення важливості автоматизації у сучасних технологіях.	53,6	5,1	71,5	4,6	6,9
2.	Розуміння значення автоматизації для підвищення продуктивності.	58,5	5,1	72,3	4,5	6,8

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
3.	Зацікавленість у розробці інноваційних автоматизованих систем.	34,0	4,9	53,5	5,0	7,0
4.	Усвідомлення ролі програмування у робототехніці.	24,5	4,4	46,0	5,0	6,7
5.	Оцінка впливу автоматизації на екологію та ресурси.	32,3	4,8	49,6	5,1	7,0
6.	Визнання важливості навчання сучасним технологіям.	36,2	5,0	55,2	5,0	7,1
7.	Оцінка впливу технологій на роботу промислових підприємств.	36,0	5,0	45,9	5,0	7,1
8.	Прагнення до вдосконалення знань у галузі сенсорних систем.	34,7	4,9	49,1	5,0	7,0
Всього		38,21	5,0	55,25	5,0	7,1
Середній рівень						
9.	Формування професійних цілей, пов'язаних з робототехнікою.	36	5,0	61,0	4,9	7,0
10.	Планування кар'єрного зростання у сфері автоматизації.	35,5	4,9	69,6	4,6	6,8
11.	Визначення особистих пріоритетів у професійній діяльності.	23	4,3	49,2	5,1	6,7
12.	Знання основ управління автоматизованими процесами.	24,1	4,4	49,9	5,1	6,7
13.	Усвідомлення необхідності командної роботи для створення систем.	25,3	4,5	49,4	5,1	6,8
14.	Формування бачення майбутнього професійного розвитку.	24,2	4,4	51,5	5,0	6,7
15.	Прагнення до самостійного вирішення завдань автоматизації.	28,4	4,3	49,2	5,1	6,7
Всього		27,5	4,6	54,4	5,0	6,8
Достатній рівень						
16.	Планування дослідницької діяльності у сфері робототехніки.	26,5	4,6	60,8	4,9	6,7
17.	Усвідомлення необхідності сталого розвитку у робототехніці.	27,2	4,6	57,6	5,0	6,8
18.	Визначення ролі робототехніки у вирішенні глобальних проблем.	24,5	4,4	54,9	5,0	6,7
Всього		25,9	4,5	57,19	5,0	6,7
Високий рівень						
19.	Встановлення короткострокових і довгострокових цілей у навчанні.	10,5	3,2	13,3	3,4	4,7
20.	Усвідомлення необхідності мінімізації ризиків у автоматизації.	6,6	2,6	8,7	2,8	3,8
Всього		8,39	2,9	10,53	3,1	4,2

Показники компетентності цільової компоненти студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Усвідомлення значення технічного обслуговування машин.	37,4	3,7	54,2	3,9	5,4
2.	Визначення інженерних цілей і завдань для оптимізації процесів у машинобудуванні.	34	3,6	49,2	3,9	5,3
3.	Орієнтація на безпеку виробничих процесів.	44,6	3,8	69,6	3,6	5,2
4.	Розуміння необхідності точного виконання технічних стандартів та норм.	37,4	3,7	52,7	3,9	5,4
5.	Пошук оптимальних рішень у роботі з технікою.	44,2	3,8	56,2	3,9	5,4
Всього		39,16	3,7	55,84	3,9	5,4
Середній рівень						
1.	Оцінка впливу інженерних рішень на довкілля.	33,2	3,6	55,0	3,9	5,3
2.	Прагнення до постійного професійного зростання.	31,5	3,6	58,9	3,8	5,2
3.	Оцінка важливості точності вимірювань у процесах машинобудування.	28,2	3,5	54,6	3,9	5,2
4.	Оцінка власної ролі у колективній роботі над проєктом.	24,2	3,3	51,4	3,9	5,1
5.	Розуміння якості сучасних матеріалів.	26	3,4	58,7	3,8	5,1
6.	Прагнення до створення надійних і високоякісних механізмів.	29,6	3,5	56,7	3,9	5,2
Всього		28,41	3,5	55,68	3,9	5,2
Достатній рівень						
1.	Створення інноваційних рішень у проєктуванні машин та механізмів.	25,4	3,3	64	3,7	5,0
2.	Оцінка важливості автоматизації процесів у машинобудуванні.	20,5	3,1	56,4	3,9	5,0
3.	Відповідальність за прийняті технічні рішення в проєктуванні.	29,5	3,5	59,2	3,8	5,2
4.	Розуміння ролі нових технологій у розвитку машинобудування.	18,5	3,0	47,4	3,9	4,9
Всього		24,41	3,3	56,49	3,9	5,1
Високий рівень						
1.	Орієнтація на досягнення високих результатів у процесі виготовлення машин.	8,9	2,2	12,1	2,5	3,8
2.	Розуміння важливості інженерного підходу до розв'язання складних технічних проблем.	7,3	2,0	10,7	2,4	3,1
Всього		8,02	2,1	11,2	2,5	3,2

Додаток Д.3. Мотиваційна компонента.

Показники компетентності мотиваційної компоненти студентів спеціальності
123 Комп'ютерна інженерія

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Мотивація до програмування.	42	4,6	57,2	4,5	6,4
2.	Прагнення до створення ефективних програмних рішень.	42,3	4,6	51,3	4,6	6,5

№ з/П	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Інтерес до вивчення автоматизованих систем управління.	37,2	5,0	56,6	5,0	7,1
2.	Мотивація до опанування новітніх програмних продуктів.	36,8	5,0	55,5	5,0	7,1
3.	Прагнення працювати з роботизованими системами.	37	5,0	58,8	5,0	7,0
4.	Захоплення сучасними досягненнями у сфері автоматизації.	41,2	5,1	58,8	5,0	7,1
Всього		38,01	5,0	57,25	5,0	7,1
Середній рівень						

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
1.	Інтерес до освоєння методів діагностики автоматизованих систем.	26,7	4,6	54,1	5,0	6,8
2.	Інтерес до створення прототипів роботів.	33	4,8	53,6	5,0	7,0
3.	Інтерес до роботи з промисловими маніпуляторами.	26,2	4,5	51,0	5,0	6,8
4.	Мотивація до опанування базових принципів штучного інтелекту.	25,7	4,5	51,3	5,0	6,8
5.	Прагнення створювати системи автоматизованого моніторингу.	25,7	4,5	58,3	5,0	6,7
6.	Зацікавленість у проведенні експериментів з автоматизованими системами.	25,7	4,5	57,3	5,0	6,7
7.	Мотивація до вивчення мов програмування, актуальних для робототехніки.	26,2	4,5	54,4	5,0	6,8
Всього		26,74	4,6	54,34	5,0	6,8
Достатній рівень						
1.	Прагнення отримати досвід у розробці роботизованих систем.	28,4	4,7	61,4	4,9	6,8
2.	Захоплення розробкою інтелектуальних систем.	22,7	3,9	57,4	4,5	6,0
Всього		25,40	4,0	59,23	4,5	6,0
Високий рівень						
1.	Мотивація до опанування новітніх матеріалів у робототехніці.	8,4	2,9	11,5	3,2	4,3
2.	Бажання впроваджувати технології Інтернету речей у робототехніку.	11,4	3,3	14,2	3,5	4,8
Всього		9,85	3,1	12,54	3,3	4,5

Показники компетентності мотиваційної компоненти студентів спеціальностей
 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Мотивація до вдосконалення своїх технічних навичок.	44	3,8	58,3	3,9	5,4
2.	Бажання працювати над великими та значущими інженерними проєктами.	36,6	3,7	52,8	3,9	5,4
3.	Мотивація до підвищення особистої ефективності на роботі.	36,1	3,7	53,8	3,9	5,4
4.	Бажання стати експертом в машинобудуванні та автомобільному транспорті.	38,6	3,7	54,1	3,9	5,4
Всього		38,65	3,7	54,82	3,9	5,4
Середній рівень						
5.	Прагнення до досягнення високих результатів у розробці машин.	32,4	3,6	53,4	3,9	5,3
6.	Мотивація до створення інноваційних рішень у машинобудуванні.	31,2	3,6	53,8	3,9	5,3
7.	Висока мотивація до використання нових технологій у виготовленні машин.	29	3,5	51,7	3,9	5,2

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
8.	Мотивація до розвитку лідерських якостей.	23,6	3,3	54,4	3,9	5,1
9.	Прагнення до вивчення нових методів оцінки та аналізу ефективності технічних рішень.	28,9	3,5	52,3	3,9	5,2
Всього		28,97	3,5	53,26	3,9	5,2
Достатній рівень						
10.	Оцінка важливості застосування новітніх технологій для вдосконалення процесів.	19,8	3,1	53,6	3,9	5,0
11.	Мотивація до покращення якості управління проектами.	19,3	3,0	57	3,9	4,9
12.	Прагнення до впровадження безпечних методів роботи в технічних процесах.	27,2	3,4	53,2	3,9	5,2
13.	Мотивація до створення механізмів, що відповідають сучасним вимогам.	28,3	3,5	61	3,8	5,1
Всього		23,44	3,2	56,13	3,9	5,1
Високий рівень						
14.	Прагнення до збереження і поліпшення навколишнього середовища через оптимізацію технічних рішень.	8,5	2,1	10,8	2,4	3,2
15.	Мотивація до розвитку знань про ефективні методи зниження витрат у виробництві.	9,4	2,2	11,7	2,5	3,4
Всього		8,94	2,2	11,2	2,5	3,3

Додаток Д.4. Діагностична компонента.

Показники компетентності діагностичної компоненти студентів спеціальності
123 Комп'ютерна інженерія

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Розуміння впливу продуктивності обладнання на ефективність роботи системи.	40	4,5	60,0	4,5	6,4
2.	Розуміння власних прогалин у знаннях.	39,6	4,5	59,6	4,5	6,4
3.	Аналіз зручності інтерфейсу програмного забезпечення.	41,1	4,6	60,5	4,5	6,4
4.	Оцінювання відповідності програмних рішень технічному завданню.	34,3	4,4	54,2	4,5	6,3
Всього		38,71	4,5	58,38	4,5	6,4
Середній рівень						
5.	Усвідомлення необхідності оновлення знань про сучасні технології.	25,8	4,1	50,3	4,6	6,1
6.	Розуміння зв'язку між теорією програмування та її практичним застосуванням.	26	4,1	54,4	4,5	6,1
7.	Оцінка коректності роботи алгоритмів.	26,9	4,1	53,4	4,6	6,1
8.	Усвідомлення важливості забезпечення кібербезпеки.	31,2	4,3	55,5	4,5	6,3
9.	Оцінка власного внеску у проєкт.	24,8	4,0	59,1	4,5	6,0
10.	Аналіз ефективності енергоспоживання комп'ютерних систем.	28,6	4,2	52,9	4,6	6,2

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Всього		27,19	4,1	54,4	4,5	6,1
Достатній рівень						
11.	Здатність оцінювати практичну цінність отриманих знань.	20,4	3,7	60,6	4,5	5,8
12.	Аналіз можливостей оптимізації системи.	25,1	4,0	64,6	4,4	5,9
13.	Оцінка перспектив розвитку професійних компетентностей.	18,7	3,6	46,2	4,6	5,8
14.	Аналіз помилок, зроблених під час розробки проекту.	36,8	4,5	58,3	4,5	6,3
Всього		25,13	4,0	57,39	4,5	6,0
Високий рівень						
15.	Розуміння важливості тестування у циклі розробки.	8,7	2,6	11	2,9	3,9
16.	Усвідомлення впливу використання низькоякісного обладнання на кінцевий результат.	9,4	2,7	11,3	2,9	4,0
Всього		8,97	2,7	11,10	2,9	3,9

Показники компетентності діагностичної компоненти студентів спеціальності
174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

№ з/п	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Усвідомлення власного рівня знань з робототехніки.	30,5	4,7	53,8	5,0	6,9
2.	Розуміння наслідків помилок у програмуванні.	35,2	4,9	56,4	5,0	7,0
3.	Оцінювання зручності інтерфейсу автоматизованих систем.	43	5,1	60,1	4,9	7,1
4.	Аналіз ефективності використаних матеріалів.	45	5,1	60,4	4,9	7,1
Всього		38,39	5,0	57,46	5,0	7,1
Середній рівень						
5.	Здатність оцінювати доцільність використання автоматизованих систем.	27,9	4,6	54,2	5,0	6,8
6.	Вміння аналізувати ефективність роботи автоматизованих систем.	23,6	4,4	53,6	5,0	6,7
7.	Здатність враховувати помилки при проєктуванні автоматизованих систем.	33,6	4,9	58,3	5,0	7,0
8.	Розуміння власних прогалин у знаннях.	32,2	4,8	56,4	5,0	7,0
9.	Розуміння необхідності дотримання технічних стандартів.	18,6	4,0	51,3	5,0	6,4
Всього		27,14	4,6	54,68	5,0	6,8
Достатній рівень						
10.	Оцінювання результатів застосування новітніх технологій.	28	4,6	64,2	4,8	6,7
11.	Здатність визначати найважливіші параметри роботизованих систем.	27,8	4,2	57,5	4,5	6,1
12.	Вміння передбачати розвиток технологій у робототехніці.	20,3	3,7	50	4,6	5,9

№ з/П	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Всього		25,35	4,0	57,19	4,5	6,1
Високий рівень						
13.	Здатність оцінювати інноваційність рішень.	7,5	2,7	9,3	2,9	4,0
14.	Усвідомлення відповідальності за результати роботи системи.	9	2,7	11,8	2,9	4,0
15.	Аналіз вдалих і невдалих рішень під час проєктування.	10,9	2,9	13,7	3,1	4,3
Всього		9,12	2,7	11,56	2,9	4,0

Показники компетентності діагностичної компоненти студентів спеціальностей
131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт

№ з/П	Поняття, явище, процес	К _{зк} , %	Р _{рк} · 10 ⁻²	К _{зе} , %	Р _{ре} · 10 ⁻²	Р _с · 10 ⁻²
Початковий рівень						
1.	Оцінка ефективності роботи механізмів.	35,7	3,7	53,5	3,9	5,4
2.	Аналіз наслідків використання зношених деталей.	38,3	3,7	58,6	3,8	5,4
3.	Розуміння власних прогалин у знаннях.	38,3	3,7	48,8	3,9	5,4
4.	Усвідомлення значення дотримання правил безпеки.	38,9	3,7	51,9	3,9	5,4
Всього		37,64	3,7	53,34	3,9	5,4
Середній рівень						
5.	Усвідомлення необхідності дотримання технічних стандартів.	24,1	3,3	53,5	3,9	5,1
6.	Оцінювання відповідності технічного рішення експлуатаційним вимогам.	18,3	3,0	52,4	3,9	4,9
7.	Усвідомлення впливу матеріалів на довговічність механізмів.	26,2	3,4	51,1	3,9	5,2
8.	Оцінка зручності експлуатації розроблених механізмів.	31,9	3,6	52,2	3,9	5,3
9.	Усвідомлення важливості технічного обслуговування машин.	26,9	3,4	57,7	3,9	5,1
Всього		25,6	3,3	53,26	3,9	5,1
Достатній рівень						
10.	Аналіз результатів випробувань машин.	25,9	3,4	58,9	3,8	5,1
11.	Розуміння відповідності розробок потребам ринку.	30,5	3,5	65,7	3,7	5,1
12.	Розуміння важливості точності вимірювань параметрів машин.	22,8	3,2	52,7	3,9	5,1
13.	Розуміння ролі випробувань у процесі виробництва.	18,6	3,0	48,2	3,9	4,9
Всього		24,42	3,3	56,35	3,9	5,1
Високий рівень						
14.	Здатність виявляти помилки у кресленнях.	7,8	2,1	10,2	2,4	3,1
15.	Здатність передбачати наслідки несправностей.	9,1	2,2	12,2	2,6	3,1
Всього		8,43	2,1	11,15	2,5	3,3

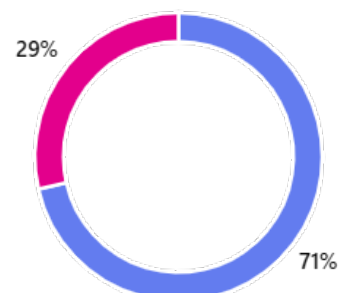
Додаток Е

Опитування стейкхолдерів

<https://forms.office.com/r/citfXFbMrr>

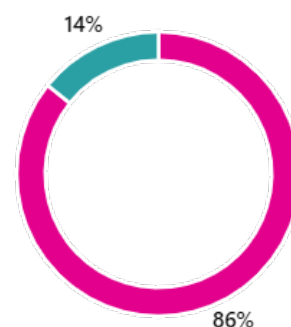
1. Наскільки важливо для сучасного інженера мати здатність до постійного саморозвитку та навчання?

- Дуже важливо, це є необхідною умовою для ефективної професійної діяльності
- Важливо, але не є головною вимогою
- Це менш важливо, якщо інженер має достатній рівень освіти на старті кар'єри
- Не маю конкретної думки



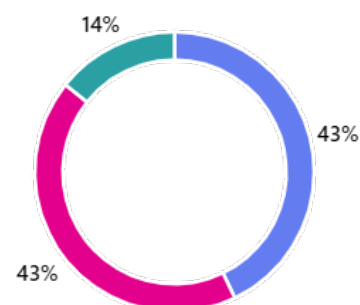
2. Наскільки важливо, щоб інженер був здатний застосовувати новітні інноваційні знання та технології у своїй професійній діяльності?

- Вкрай важливо – інженер повинен постійно впроваджувати новітні технології
- Важливо, але інновації повинні бути збалансовані з практичною доцільністю
- Не критично – інженер може застосовувати традиційні методи, якщо це відповідає вимогам
- Не маю конкретної думки



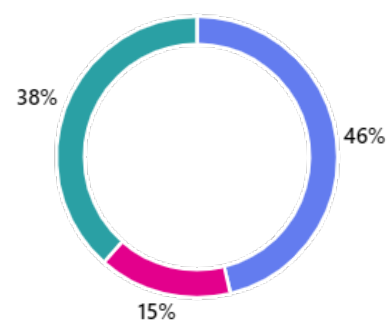
3. Як ви оцінюєте важливість креативності та ініціативності інженера у вашій організації?

- Дуже важливо – інженер повинен активно пропонувати нові ідеї та рішення
- Важливо – інженер може вносити ідеї, але це не завжди є обов'язковим
- Не важливо – ми більше орієнтуємось на виконання конкретних завдань
- Не маю конкретної думки



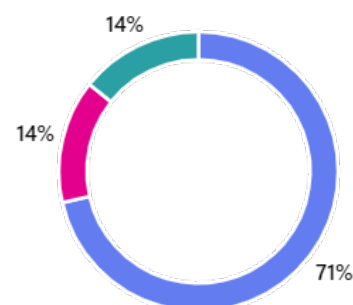
4. Які комунікаційні навички є найважливішими для сучасного інженера? (Оберіть до 3 варіантів)

- Вміння працювати в команді та враховувати думки колег
- Здатність до ефективного управління проєктами
- Уміння донести складну інформацію простим і зрозумілим способом
- Здатність до ведення переговорів і презентацій



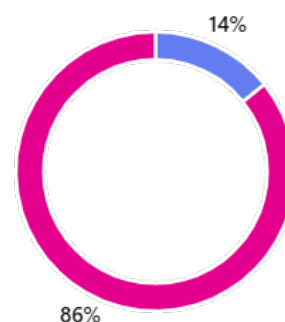
5. Наскільки важливим є для інженера вміння адаптуватися до змін і працювати в умовах невизначеності?

- Важливо – інженер повинен бути готовим до змін у будь-який момент
- Досить важливо, але лише в контексті змін у технологіях або робочих процесах
- Не дуже важливо, якщо організація має стабільні процеси
- Не маю конкретної думки



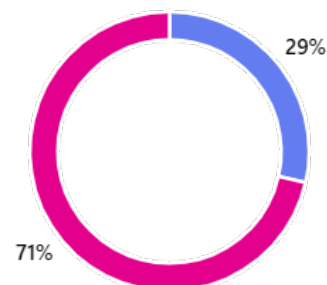
6. Як важливо для інженера мати здатність інтегрувати знання з різних дисциплін (наприклад, фізика)?

- Дуже важливо – це забезпечує більш комплексний підхід до вирішення проблем і розробки технологій
- Важливо – на практиці потрібно поєднувати ці знання для досягнення результату
- Не важливо
- Не маю конкретної думки



7. Наскільки важлива для інженера здатність до самостійної роботи над проєктами та управління ними?

- Важливо – інженер повинен мати навички управління проєктами та брати на себе відповідальність за їх виконання
- Досить важливо – але управлінські навички мають бути лише додатковими до технічних знань
- Не важливо – інженер повинен виконувати свою роботу за чіткими інструкціями
- Не маю конкретної думки



Додаток Ж

Відомості про експертів.

Аналітична інформація про експертів

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи
1.	Зозуля Віктор Васильович		Заступник директора з навчальної роботи	ВСП «КІФК ЦНТУ»	36 років
2.	Полтавцева Людмила Володимирівна		Завідувач навчально-виробничою практикою, викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	30 років
3.	Коваленко Сергій Вікторович		викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	17 років
4.	Маєвський Роман Миколайович		викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	18 років
5.	Маєвська Тетяна Олексіївна		викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	14 років
6.	Приходько Лідія Миколаївна		викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	22 років
7.	Шевченко Юлія Василівна		викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	21 рік
8.	Матвєєва Світлана Анатоліївна		викладач фізики	ВСП «КІФК ЦНТУ»	23 роки
9.	Маркова Вікторія Анатоліївна		методист, викладач фізики	ВСП «КІФК ЦНТУ»	25 років
10.	Вихристюк Олексій Вікторович		викладач фізики	ВСП «КІФК ЦНТУ»	16 років
11.	Пташко Олена Олександрівна		викладач фізики,	ВСП «КІФК ЦНТУ»	31 рік

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи
			старший викладач		
12.	Малішевська Олена Валентинівна		Викладач, методист, викладач фізики	Київський механіко - технологічний фаховий коледж	31 рік
13.	Дробін Андрій Анатолійович	К.п.н.	старший викладач кафедри інформаційно-комунікаційних технологій та безпечного освітнього середовища	КЗ «Кіровоградський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені Василя Сухомлинського»	16 років
14.	Гайда Василь Ярославович	Доктор філософії	методист відділу методики навчальних предметів природничо-математичного циклу, технологій та фізичної культури	Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти	26 років
15.	Фоменко Олена Володимирівна		Аспірантка / викладач фізики	Центрально український державний університет імені Володимира Винниченка / Кіровоград	24 роки

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи
				ський медичний фаховий коледж ім. Є.Й.Мухіна	
16.	Кравець Євген Юрійович		Завідувач навчальною лабораторією, викладач спецдисциплін	ВСП «Кропивницький інженерний фіховий коледж ЦНТУ»	7 років
17.	Хомутенко Максим Володимирович	К.п.н.	Вчитель фізики	Добровеличківський ліцей «Гармонія»	11 років
18.	Соменко Дмитро Вікторович	К.п.н.	старший викладач кафедри математики та цифрових технологій	Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка	14 років
19.	Степанов Максим Вікторович		Вчитель фізики	Опорний навчальний заклад «Трепівська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів»	23 роки
20.	Левченко Людмила Олексіївна		Вчитель фізики	Богданівський ліцей імені І. Г. Ткаченка	20 років
21.	Бонк Вікторія Олександрівна		викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	21 років

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Посада	Місце роботи	Науково-педагогічний стаж роботи
22.	Шевченко Валентина Іванівна		викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	40 років
23.	Морозова Любов Василівна		викладач спецдисциплін	ВСП «КІФК ЦНТУ»	46 років

Додаток 3

Дані до експертної оцінки робочих навчальних програм.

Додаток 3.1

Дані до експертної оцінки робочої навчальної програми інтегративного курсу фізики для спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

Експерт	Вимога							
	Відповідність інтегративності професійно спрямованого курсу фізики		Методична система забезпечення формуванню компетентностей		Відповідність професійному спрямуванню практико-орієнтованих задач		Відповідність професійному спрямуванню практичних/ лабораторних робіт	
	Бал	Ранг	Бал	Ранг	Бал	Ранг	Бал	Ранг
1.	85	2,5	95	3,5	100	4	100	4
2.	90	3	85	2,5	100	4	100	4
3.	80	2	75	1,5	100	4	100	4
4.	95	3,5	100	4	100	4	85	2,5
5.	100	4	95	3,5	90	3	100	4
6.	85	2,5	90	3	95	3,5	90	3
7.	100	4	100	4	85	2,5	95	3,5
8.	100	4	95	3,5	85	2,5	90	3
9.	95	3,5	90	3	100	4	80	2
10.	95	3,5	100	4	95	3,5	100	4
11.	90	3	100	4	100	4	80	2
12.	80	2	100	4	95	3,5	85	2,5
13.	95	3,5	90	3	100	4	100	4
14.	100	4	80	2	100	4	100	4
15.	70	1	100	4	100	4	80	2
16.	90	3	95	3,5	95	3,5	85	2,5
17.	80	2	85	2,5	95	3,5	85	2,5
18.	95	3,5	80	2	100	4	90	3
19.	75	1,5	90	3	95	3,5	95	3,5
20.	85	2,5	95	3,5	90	3	100	4
21.	80	2	100	4	100	4	100	4
22.	75	1,5	85	2,5	100	4	80	2
23.	100	4	80	2	95	3,5	95	3,5
Σ	2040	66	2105	72,5	2215	83,5	2115	73,5

Додаток 3.2

Дані до експертної оцінки робочої навчальної програми інтегративного курсу фізики для спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Експерт	Вимога							
	Відповідність інтегративності професійно спрямованого курсу фізики		Методична система забезпечення формуванню компетентностей		Відповідність професійному спрямуванню практико-орієнтованих задач		Відповідність професійному спрямуванню практичних/ лабораторних робіт	
	Бал	Ранг	Бал	Ранг	Бал	Ранг	Бал	Ранг
1.	100	4	90	3	80	2	100	4
2.	100	4	85	2,5	100	4	100	4
3.	85	2,5	75	1,5	100	4	100	4
4.	95	3,5	100	4	100	4	100	4
5.	100	4	95	3,5	90	3	100	4
6.	85	2,5	90	3	95	3,5	100	4
7.	100	4	100	4	85	2,5	100	4
8.	100	4	100	4	85	2,5	100	4
9.	95	3,5	90	3	100	4	100	4
10.	95	3,5	100	4	90	3	100	4
11.	90	3	100	4	100	4	80	2
12.	80	2	100	4	100	4	85	2,5
13.	95	3,5	90	3	100	4	100	4
14.	95	3,5	90	3	90	3	100	4
15.	85	2,5	100	4	100	4	80	2
16.	90	3	95	3,5	100	4	85	2,5
17.	80	2	90	3	100	4	85	2,5
18.	95	3,5	80	2	100	4	90	3
19.	75	1,5	90	3	90	3	95	3,5
20.	85	2,5	95	3,5	100	4	95	3,5
21.	80	2	100	4	100	4	90	3
22.	85	2,5	85	2,5	100	4	90	3
23.	100	4	90	3	95	3,5	90	3
Σ	2090	71	2130	75	2200	82	2165	78,5

Додаток 3.3

Дані до експертної оцінки робочої навчальної програми інтегративного курсу фізики для спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт

Експерт	Вимога							
	Відповідність інтегративності професійно спрямованого курсу фізики		Методична система забезпечення формуванню компетентностей		Відповідність професійному спрямуванню практико-орієнтованих задач		Відповідність професійному спрямуванню практичних/ лабораторних робіт	
	Бал	Ранг	Бал	Ранг	Бал	Ранг	Бал	Ранг
1.	100	4	100	4	95	3,5	95	3,5
2.	95	3,5	100	4	100	4	95	3,5
3.	95	3,5	90	3	100	4	100	4
4.	95	3,5	75	1,5	100	4	100	4
5.	95	3,5	100	4	95	3,5	100	4
6.	100	4	100	4	95	3,5	100	4
7.	100	4	90	3	100	4	95	3,5
8.	100	4	100	4	100	4	95	3,5
9.	95	3,5	95	3,5	100	4	95	3,5
10.	95	3,5	90	3	90	3	95	3,5
11.	90	3	80	2	100	4	100	4
12.	90	3	90	3	100	4	100	4
13.	90	3	95	3,5	100	4	100	4
14.	90	3	100	4	95	3,5	95	3,5
15.	85	2,5	75	1,5	100	4	95	3,5
16.	90	3	90	3	100	4	95	3,5
17.	80	2	90	3	100	4	95	3,5
18.	95	3,5	80	2	100	4	95	3,5
19.	80	2	90	3	100	4	100	4
20.	85	2,5	95	3,5	95	3,5	100	4
21.	80	2	75	1,5	100	4	100	4
22.	85	2,5	85	2,5	100	4	95	3,5
23.	80	2	75	1,5	95	3,5	95	3,5
Σ	2090	71	2060	68	2260	88	2235	85,5

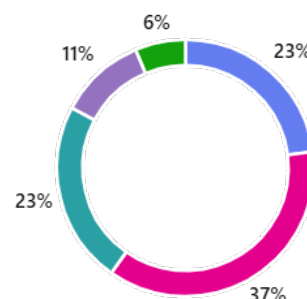
Додаток И

Анкета для дослідження мотивацій студентів ЗФПО інженерного спрямування

<https://forms.office.com/r/KHD9QDJ0sf>

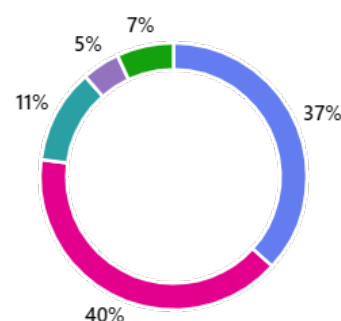
1. Що для вас є основним мотивом до навчання? (Оберіть не більше 2-х варіантів)

Отримання якісних знань для майбутньої професії	40
Практичне застосування знань у майбутньому	64
Отримання диплома	40
Інтерес до дисципліни	19
Підготовка до іспитів чи тестів	11



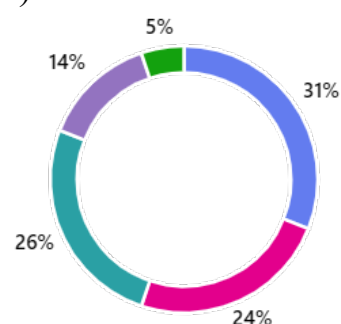
2. Наскільки ви зацікавлені до вивчення загальнотехнічних і спеціальних дисциплін (електротехніка, електроніка, будова автомобіля, основи обробки матеріалів тощо)?

Дуже зацікавлений(а)	32
Скоріше зацікавлений(а)	35
Скоріше не зацікавлений(а)	10
Не зацікавлений(а)	4
Не готовий(а) відповісти	6



3. Що найбільше мотивує вас під час вивчення загальнотехнічних і спеціальних дисциплін? (Оберіть не більше 2-х варіантів)

Можливість застосування знань на практиці	54
Розуміння фізичних і технічних принципів роботи	42
Можливість створювати щось власноруч (код, пристрій тощо)	45
Цікавість до предмета	24
Підготовка до іспитів чи тестів	9

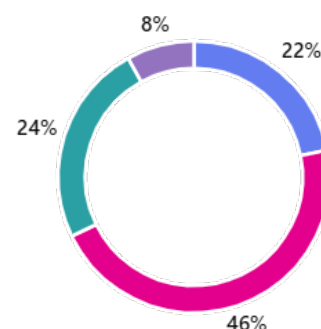


4. Наскільки ви зацікавлені у самостійному вивченні фізики?

Не зацікавлений(а)	19
Скоріше не зацікавлений(а)	40
Скоріше зацікавлений(а)	21

● Дуже зацікавлений(а)

7



5. Як ви оцінюєте практичну цінність фізики для вашої професійної підготовки?

- Висока
- Середня
- Низька
- Жодної цінності
- Не готовий(а) відповісти

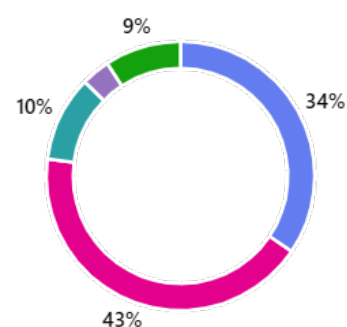
30

37

9

3

8



6. Чи відчуваєте ви потребу в інтеграції фізики у загальнотехнічні та спеціальні дисципліни?

- Так, це дуже важливо
- Скоріше так
- Скоріше ні
- Ні, це неважливо
- Не готовий(а) відповісти

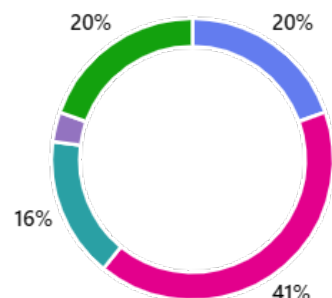
17

36

14

3

17



7. Що, на вашу думку, могло б підвищити вашу мотивацію до навчання? (Оберіть не більше 2-х варіантів)

- Більше прикладних і практичних завдань
- Чіткий зв'язок між теорією та майбутньою професійною діяльністю
- Можливість виконувати реальні проєкти, пов'язані з професією
- Зрозуміле пояснення складних тем викладачами
- Більше інтеграції між фізикою і загальнотехнічними та спеціальними дисциплінами

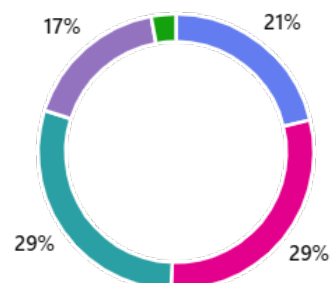
37

51

51

30

5



Додаток К

3D модель ковша до задачі п. 2.4.1. Побудова 3D моделі ковша у веб-додатку для 3D-дизайну Tinkercad від компанії Autodesk, <https://www.tinkercad.com/>

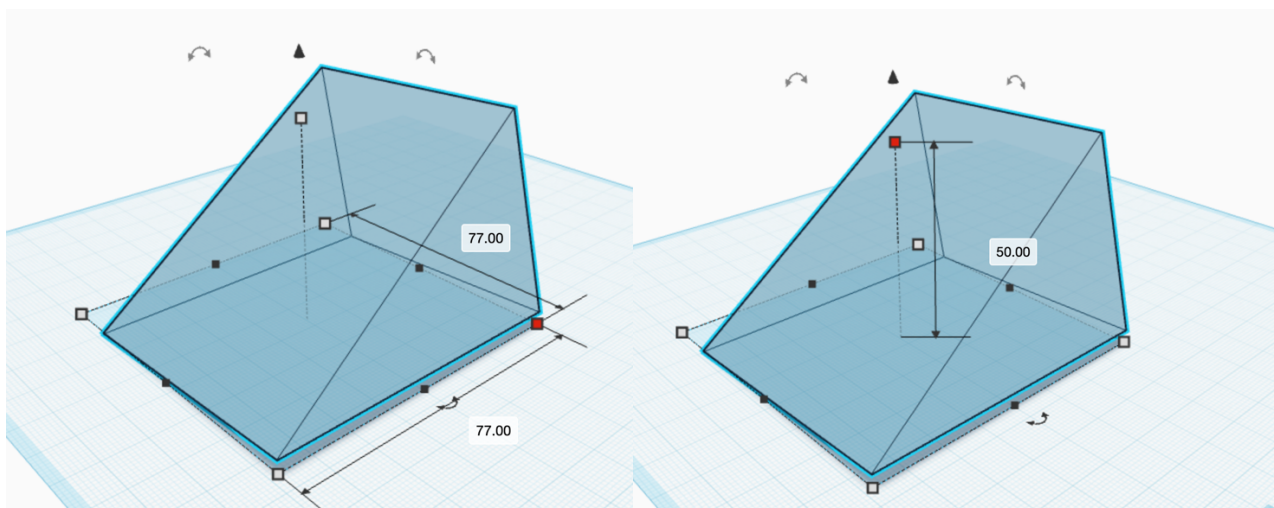


Рис. К1. Розміри ковша згідно умов задачі у см.

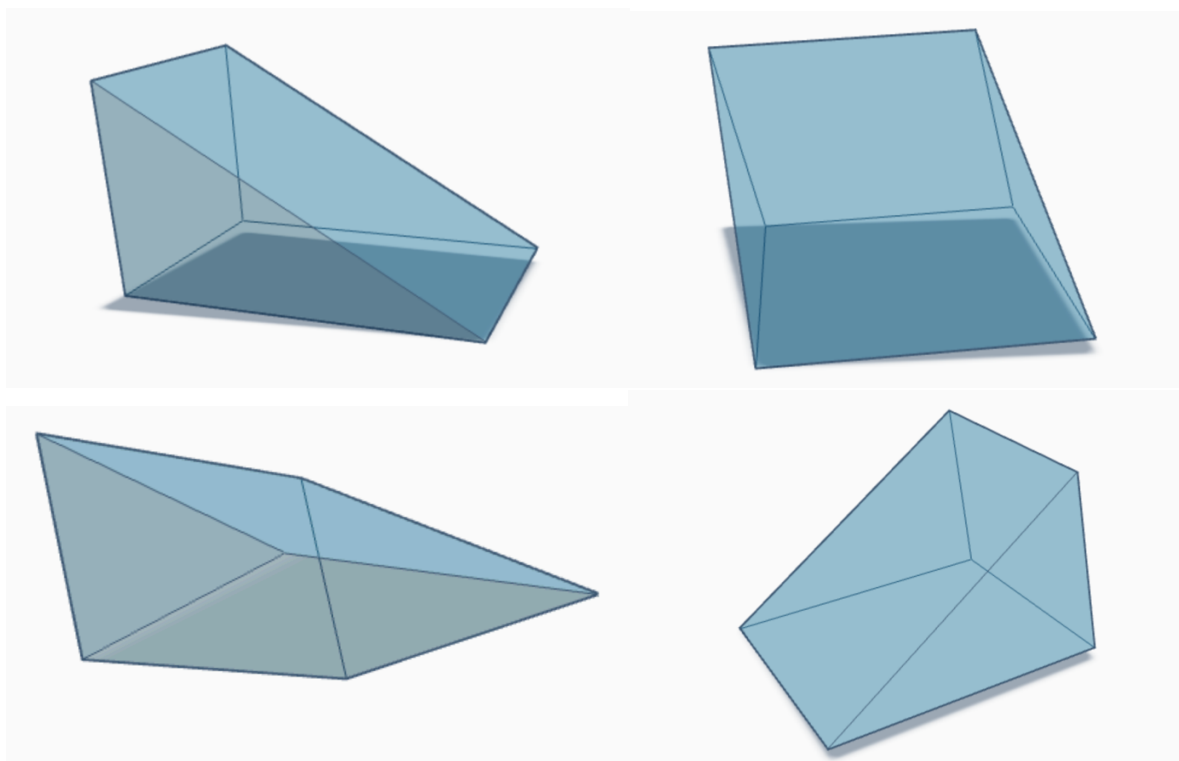
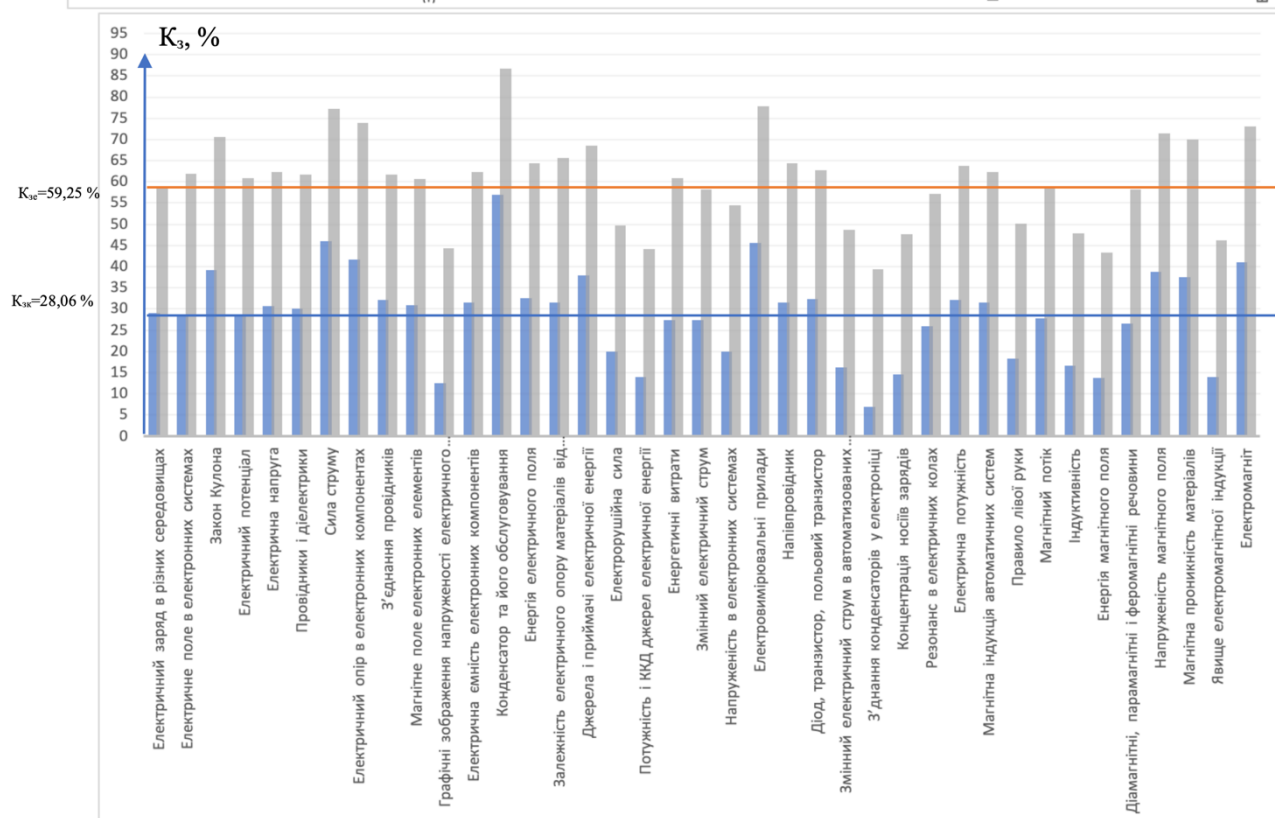
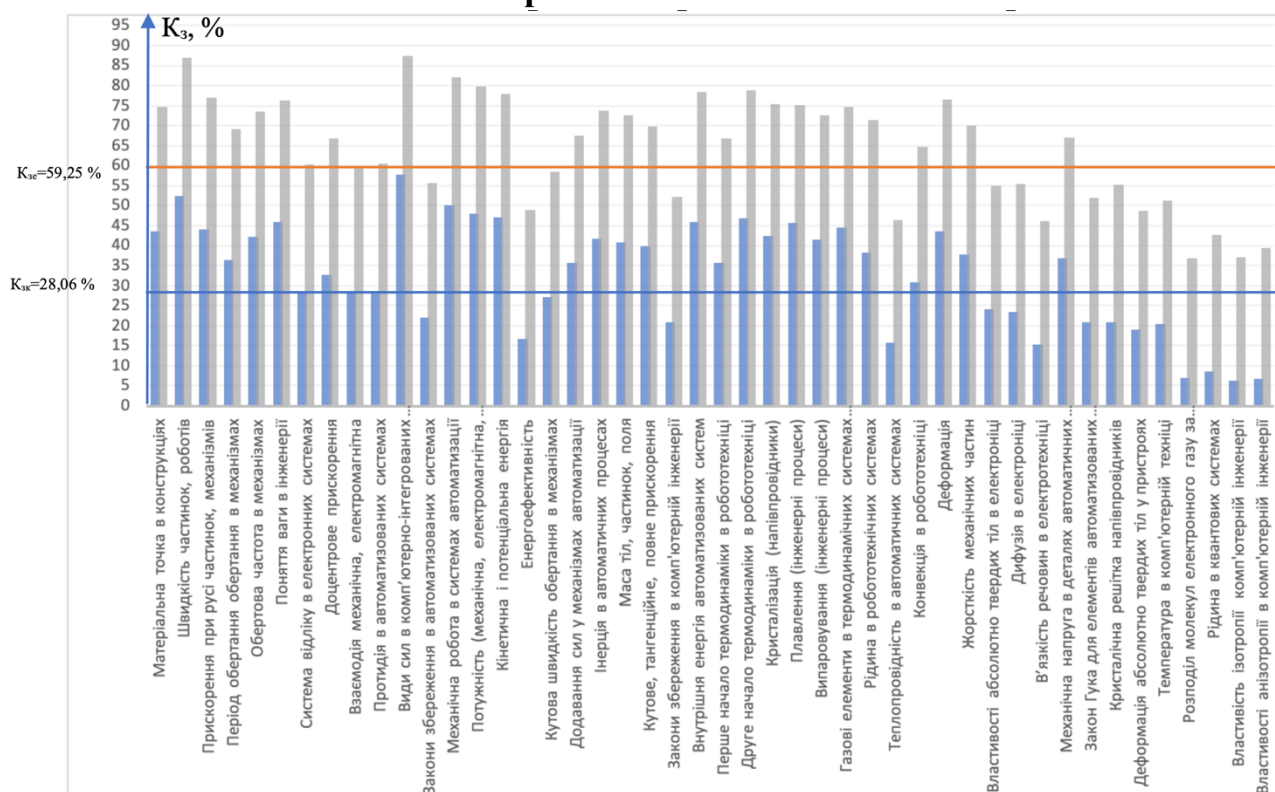
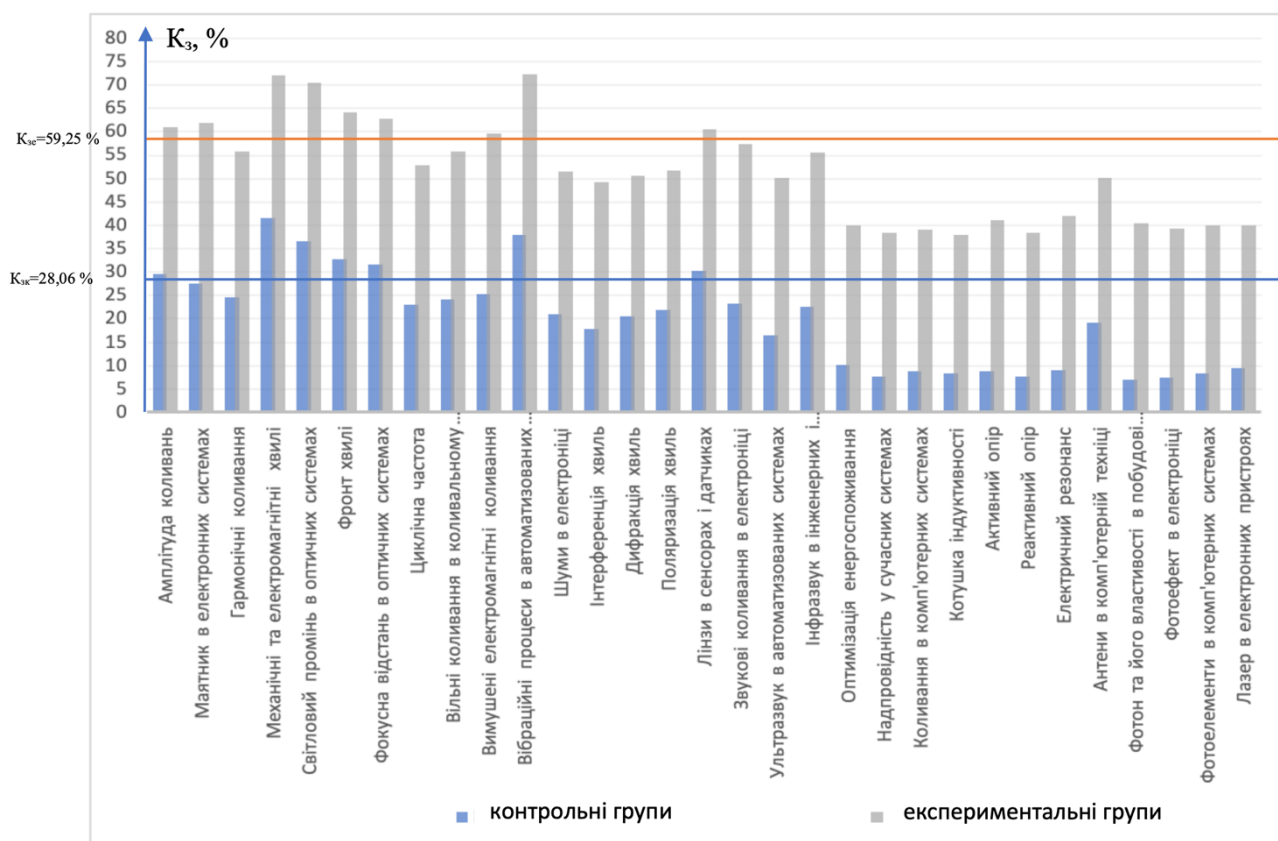


Рис. К2. Вигляд ковша з різних боків.

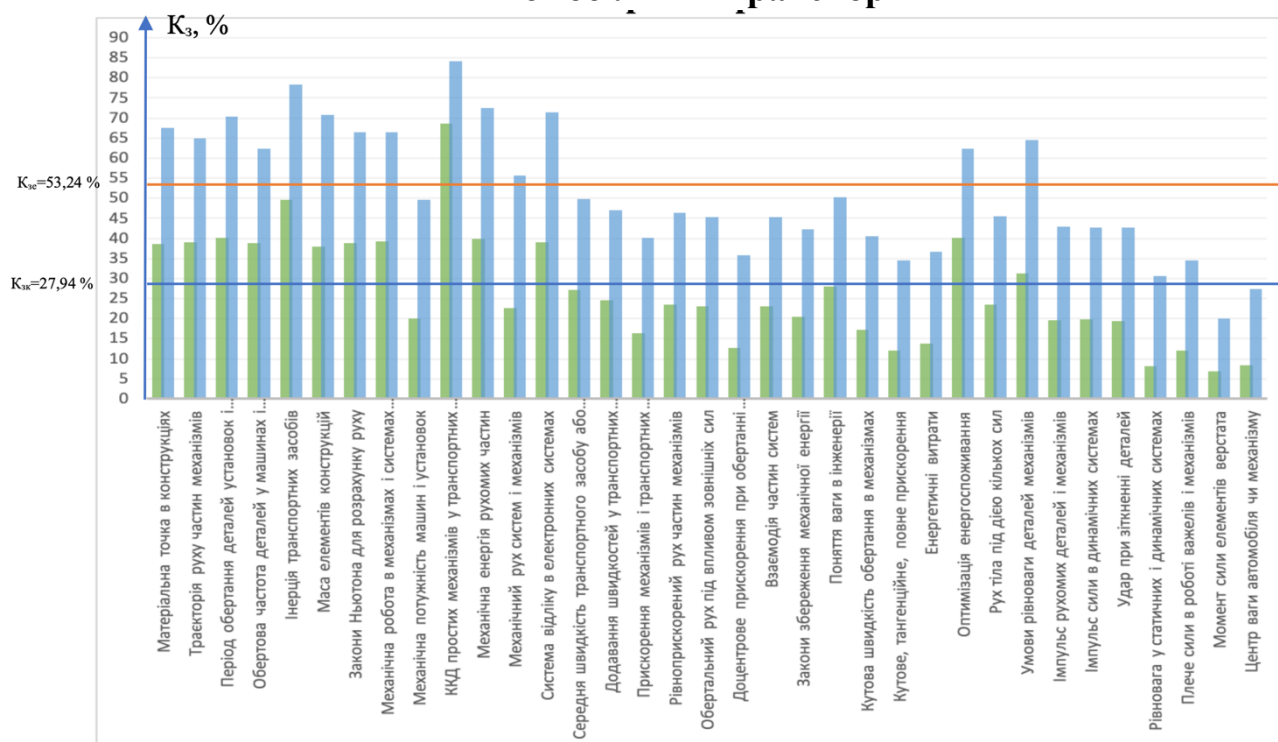
Додаток Л

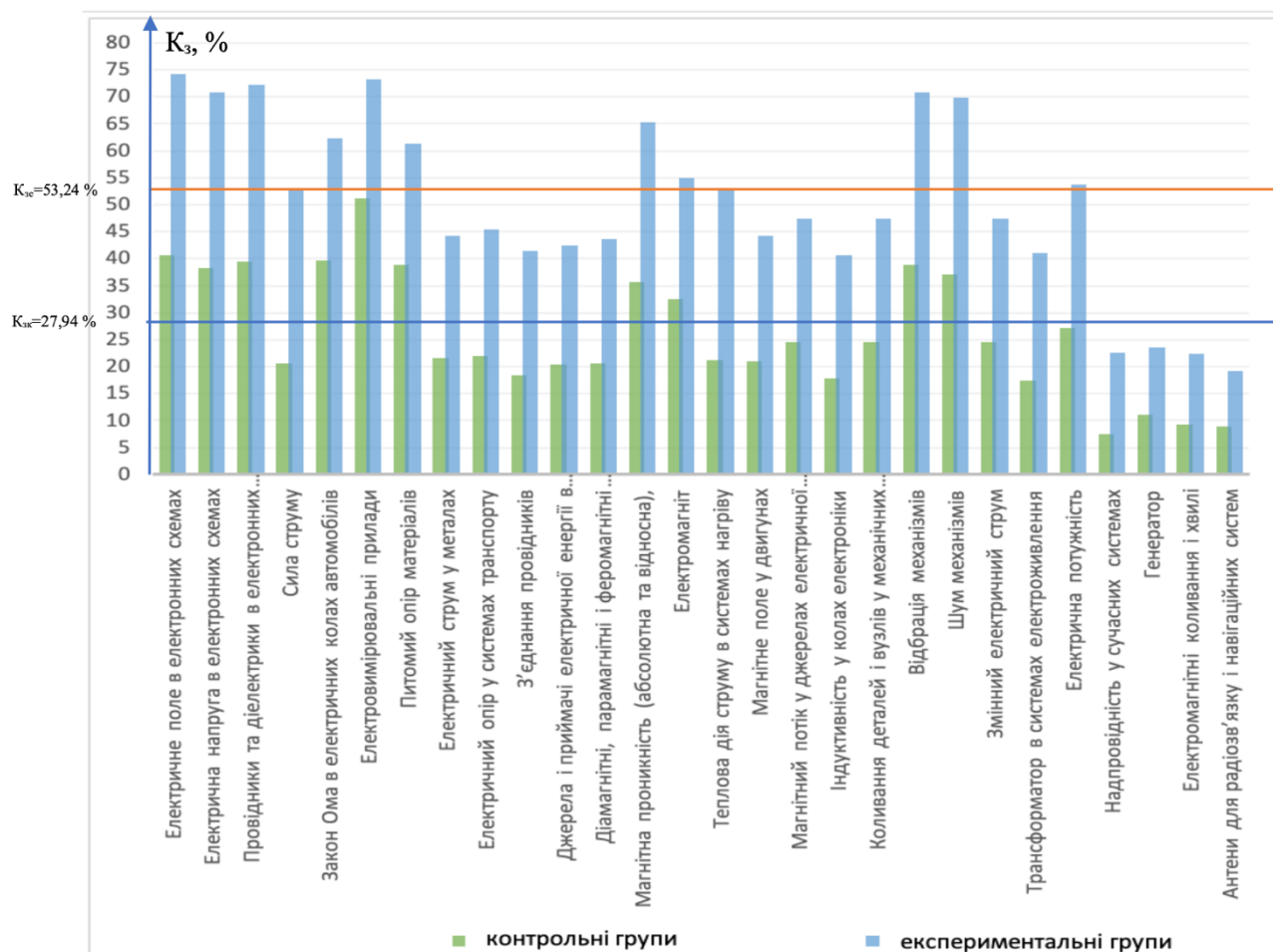
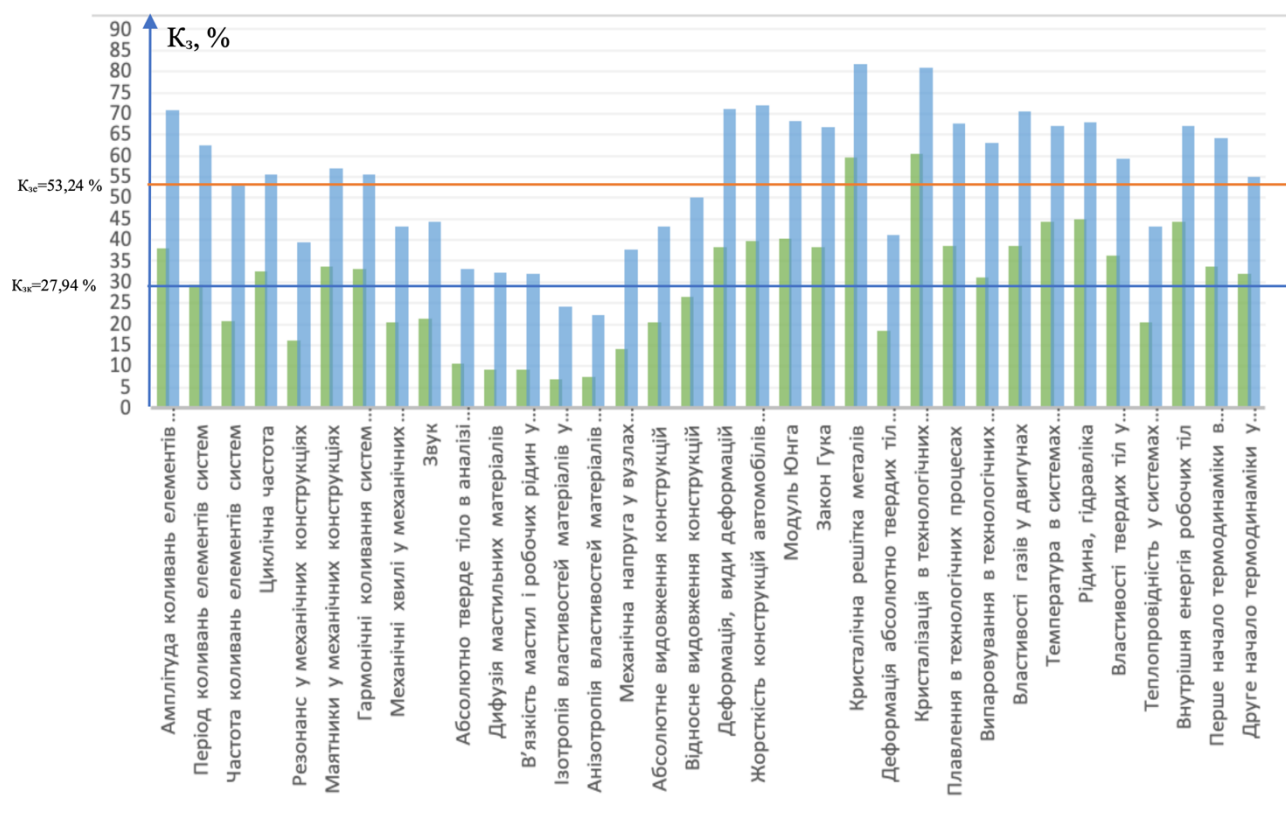
**Згруповані результати педагогічного експерименту за змістовою
компонентою:
спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка**





спеціальності 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт





Додаток М

Вхідне діагностичне тестування для оцінки початкових знань

1. Імпульс тіла ...

- А) це фізична величина, що дорівнює добутку маси тіла на його швидкість
- Б) це фізична величина, що дорівнює добутку сили на час
- В) точка, що характеризує розподіл мас у тілі, де прикладені зовнішні сили
- Г) розділ механіки, у якому вивчають умови рівноваги тіл під дією сил

2. За якою з формул можна визначити кількість теплоти при теплообміні.

- А) $Q = cm(t_2 - t_1)$ Б) $Q = qm$ В) $Q = Lm$ Г) $Q = \lambda m$.

3. Плавлення – це...

- А) перехід речовини з твердого стану у рідкий
- Б) перехід речовини з рідкого в газоподібний
- В) перехід речовини з твердого стану у газоподібний
- Г) перехід речовини з рідкого в твердий

4. Основною ознакою електричного поля є силова дія на...

- А) заряджені частинки; Б) молекули ідеального газу;
- В) магнітні полюси постійних магнітів; Г) нейтрони.

5. Електроскоп – це пристрій

- А) для вимірювання електризації Б) для спостереження електризації
- В) для вимірювання електричного опору Г) для вимірювання сили струму

6. Амперметр – це...

- А) пристрій для вимірювання тиску.
- Б) пристрій для вимірювання температури.
- В) пристрій для вимірювання маси.
- Г) пристрій для вимірювання сили струму.

7. Дифузія – це...

- А) хаотичний рух атомів та молекул
- Б) перехід теплоти від гарячого тіла до холодного
- В) перенесення речовини у газах і рідинах
- Г) взаємне проникнення молекул однієї речовини в молекули іншої речовини

8. Кристалізація – це...

- А) перехід речовини з твердого стану у рідкий
- Б) перехід речовини з рідкого в газоподібний
- В) перехід речовини з твердого стану у газоподібний
- Г) перехід речовини з рідкого в твердий

9. За якою формулою можна визначити силу струму

- А) $I = \frac{q}{t}$, Б) $I = \frac{U}{R}$, В) $U = IR$, Г) $U = \frac{A}{q}$.

10. Яку фізичну величину вимірюють у вольтах?

А) роботу; Б) енергію; В) напругу; Г) потужність.

11. Період обертання шківів становить 0,4 с. Знайти частоту обертання та лінійну швидкість обертання шківів.

12. Визначити потужність двигуна автомобіля Ford Mustang, якщо на швидкості 117 км/год сила тяги складає 4,4 кН.

13. Обчисліть діаметр металевої штанги, у якій під дією сили 1000 Н виникла механічна напруга 628 кПа.

14. Двигун автомобіля Ford Mustang використовує 10 л бензину за 1 годину при потужності двигуна 224 кВт. Визначте ККД двигуна.

Анкета для визначення рівня знань студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 274 Автомобільний транспорт.

Тема «Динаміка поступального та обертального рухів»

Інструкція: прочитайте кожне запитання уважно, дайте відповіді чітко та лаконічно, розв'яжіть задачі.

Прізвище, ім'я: _____

Група: _____

Дата: _____

1. Що описує другий закон Ньютона? Вкажіть формулу та поясніть її фізичний зміст.

2. Які види деформації можуть виникати в матеріалах? Наведіть приклади їх застосування в машинобудуванні.

3. Що таке момент інерції? Як він залежить від форми і маси тіла?

4. Поясніть, у чому полягає закон збереження енергії, та наведіть приклад його застосування у машинобудуванні.

5. Що таке тертя? Які види тертя вам відомі? Як їх враховують при проєктуванні механізмів?

6. Маховик верстата має масу 50 кг і радіус 40 см. Визначте його момент інерції.

7. Автомобіль, рухаючись зі швидкістю 72 км/год, екстрено гальмує. Визначте гальмівний шлях, якщо коефіцієнт тертя між шинами і дорогою дорівнює 0,7.

8. Як би ви використали знання про силу тертя для оптимізації роботи вузлів тертя у машинобудуванні?

9. Опишіть, як можна застосувати закон збереження імпульсу для аналізу зіткнення рухомих частин механізмів.

Підсумкове анкетування студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія. Змістовий модуль 3. Електрика

Інструкція: прочитайте кожне запитання уважно, дайте відповіді чітко та лаконічно, розв'яжіть задачі.

Прізвище, ім'я: _____

Група: _____

Дата: _____

Закон Ома. Вкажіть формулу та поясніть її фізичний зміст.

Назвіть основні види провідників і діелектриків, які використовують у створенні комп'ютерних схем?

Що таке електрична ємність? Як вона залежить від параметрів конденсатора?

Поясніть закон збереження заряду та наведіть приклад його застосування в електронних схемах.

Що таке електричне поле? Поясніть його негативний вплив на елементи материнської плати комп'ютера?

Як би ви використали знання про електричний опір для оптимізації роботи комп'ютерних компонентів?

Опишіть різницю між LiFePO_4 та свинцево-кислотним акумулятором.

Укажіть основні методи захисту електронних схем від перенапруги.

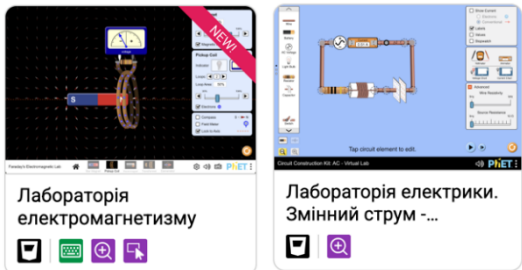
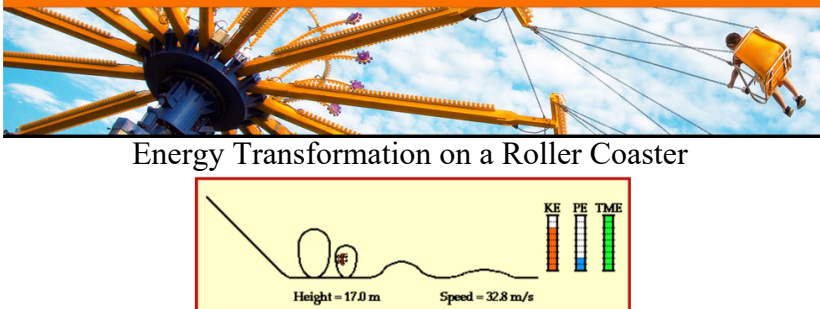
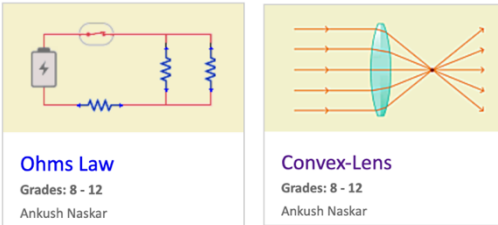
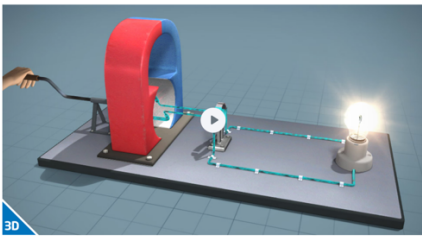
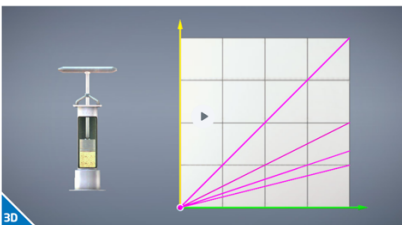
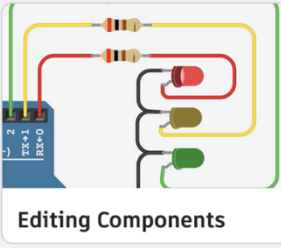
Приклади питань до екзамену. Спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

1. Відмінності між векторами та скалярами у фізиці.
2. Кінематика обертального руху. Обертальний рух в технічних механізмах.
3. Імпульс. Застосування закону збереження імпульсу у технічних системах.
4. Кінетична енергія технічної системи та її втрати під час роботи механізму.

5. Перетворення потенціальної енергії в кінетичну на прикладі підйомного механізму.
6. Внутрішня енергія теплових машин.
7. I та II закони термодинаміки у роботі автоматизованих систем.
8. Теплопровідність та дифузія в охолодженні технічних систем.
9. Властивості рідин і газів у системах змащення та охолодження.
10. Вплив теплового розширення матеріалів на надійність конструкцій.
11. Електричне поле, його характеристики та джерела.
12. Конденсатори. Їх роль у стабілізації живлення робототехнічних пристроїв.
13. Застосування електричних вимірювань у контролі параметрів систем автоматизації.
14. Принцип роботи напівпровідникового діода. Яке значення має р-п перехід?
15. Магнітне поле струму.
16. Магнітний момент. Його використання у роботі електромагнітів.
17. Бездротове живлення у сучасних автоматизованих системах.
18. Принцип роботи електромагнітів у робототехніці.
19. Розрахунок циркуляції вектора магнітної індукції.
20. Добротність коливальної системи. Її вплив на енергоефективність технічних пристроїв.
21. Оптичні сенсори у технічних системах.
22. Методи зменшення шуму та вібрацій у технічних системах.
23. Використання ультразвуку для діагностики механізмів.
24. Активний і реактивний опір у колах змінного струму. Їх вплив на споживану потужність.

Додаток Н

Цифрові платформи для проведення фізичного онлайн експерименту

  Лабораторія електромагнетизму Лабораторія електрики. Змінний струм -...	Фізична лабораторія Phet https://phet.colorado.edu/uk/
  Energy Transformation on a Roller Coaster Height = 17.0 m Speed = 32.8 m/s	Фізичний кабінет the PhysicsClassroom https://www.physicsclassroom.com/
  Ohms Law Grades: 8 - 12 Ankush Naskar Convex-Lens Grades: 8 - 12 Ankush Naskar	Science Simulations and Games https://simpop.org/physics.htm
 3D Генератори та електродвигуни  3D p-V-T діаграма для ідеальних газів 	Mozaik Education https://ua.mozaweb.com
  Editing Components  3D Designs Funky Wolt	Autodesk Tinkercad https://www.tinkercad.com/

Додаток П

Довідки про впровадження результатів дисертаційного дослідження



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«КРОПИВНИЦЬКИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

вул. Юрія Олефіренка, 6, м. Кропивницький, 25002, тел.: 34-58-67, 34-58-71,
e-mail: kik@kik-cntu.kr.ua, код в ЄДРПОУ 33083309

від 24.11.2023

72

на

від

ДОВІДКА

Про впровадження результатів наукового дослідження

Бевз Анни Володимирівни

на тему «Методика професійно спрямованого навчання фізики
у закладах фахової передвищої освіти»

Видана Бевз Анні Володимирівні в тому, що результати її дисертаційного дослідження впроваджувались у практику роботи Відокремленого структурного підрозділу «Кропивницький інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету».

Упродовж 2020-2023 навчальних років на базі закладу фахової передвищої освіти Відокремлений структурний підрозділ «Кропивницький інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету» Бевз А.В. проводила дослідження щодо методики професійно спрямованого навчання інтегративного курсу фізики у закладах фахової передвищої освіти. В експерименті брали участь студенти других та третіх курсів.

У процесі впровадження педагогічного експерименту викладачами фізики активно використовувались навчальні матеріали запропоновані Бевз А.В., методичні рекомендації до виконання професійно орієнтованих

лабораторних робіт, дидактичні матеріали (тести, професійно орієнтовані задачі).

Виконання цих лабораторних робіт та розв'язування професійно орієнтованих задач з фізики стало дієвим методом для мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів, дало змогу поглибити знання з фізики і сформувати професійні компетентності студентів.

Викладачі фізики і астрономії Відокремленого структурного підрозділу «Кропивницький інженерний фаховий коледж Центральноукраїнського національного технічного університету» вважають доцільним використання у своїй професійній діяльності методику, запропоновану Бевз Анною Володимирівною.

Директор коледжу



Микола СТОРОЖУК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАХОВИЙ
КОЛЕДЖ

02090, м. Київ, 90, вул. Харківське шосе, 15, kmtk_admin@ukr.net тел. (067) 178-41-49

«29» листопада 2023 р.

№ 1051/01-06

ДОВІДКА

- Про впровадження результатів наукового дослідження проведеного
 Бевз Анною Володимирівною з теми:
**«Методика професійно спрямованого навчання фізики
 у закладах фахової передвищої освіти»**

Довідка підтверджує, що у Київському механіко-технологічному фаховому коледжі дійсно проводився педагогічний експеримент із впровадження методики професійно спрямованого навчання фізики на основі методичних матеріалів дослідження.

Участь у педагогічному експерименті (2020-2023 рр.) брали участь студенти других курсів.

В процесі впровадження педагогічного експерименту викладачами фізики Малішевською Оленою Валентинівною та Войченко Валентиною Силівною активно використовувались методичні матеріали, запропоновані Бевз Анною Володимирівною.

Впровадження запропонованої методики викликало активізацію пізнавальної діяльності студентів, охоплених експериментом, що виявилось в індивідуальній зацікавленості до обраної спеціальності.

Викладачі фізики і астрономії Київського механіко-технологічного фахового коледжу вважають за доцільне використання у своїй навчальній діяльності методики запропонованої Бевз Анною Володимирівною.



В.о. директора коледжу
Методичний коледжу,
викладач фізики

Ігор ШКАРЛАТ

Олена МАЛШЕВСЬКА



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ГІРНИЧО-ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
КРИВОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»
вул. Караманиць Федора, 37Г, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50096,
E-mail: gemk_knu@i.ua
Ідентифікаційний код 37861959

29.01.2025 № 71
на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Бевз Анни Володимирівни
на тему «Методика професійно спрямованого навчання
фізики у закладах фахової передвищої освіти».

Результати дисертаційного дослідження впроваджувались у навчальний процес коледжу з 2020 по 2023 роки. У експерименті брали участь студенти 2-х та 3-х курсів.

Для проведення експерименту викладачам фізики і астрономії були запропоновані тексти професійно орієнтованих фізичних задач, тестові завдання, самостійні та контрольні роботи, методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт «Професійно орієнтовані лабораторні роботи» та навчально-методичний посібник «Збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту».

На своїх заняттях викладачі фізики активно використовували запропоновану Бевз Анною Володимирівною методику професійно спрямованого навчання фізики. Як результат підвищилась навчальна активність студентів, що були охоплені експериментом. Впровадження запропонованої методики підкреслює роль фізики у підготовці компетентнісного фахівця інженерної галузі.

Результати дисертаційного дослідження Бевз Анни Володимирівни мають наукове та практичне значення.

Директор коледжу



Віктор ГОРШКОВ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«СВІТЛОВДСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ»

вул. Городоцька, 15, м. Світловодськ, Кіровоградська обл., 27501 тел./факс (05236) 7-35-21, E-mail: svet-koledg@ukr.net
 Код ЄДРПОУ 38340333

Від 30.01.2025 № 25/22-22
 На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Бевз Анни Володимирівни
 на тему «Методика професійно спрямованого
 навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти».

Видана Бевз Анні Володимирівні в тому, що результати її дисертаційного дослідження впроваджувались в практику роботи ВСП «СПФК ЦНТУ».

Впродовж 2020-2023 навчальних років на базі закладу фахової передвищої освіти ВСП «СПФК ЦНТУ» Бевз А.В. проводила дослідження присвячене методиці професійно спрямованого навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти. У експерименті брали участь студенти перших та других курсів.

В процесі впровадження педагогічного експерименту викладачами фізики активно використовувались дидактичні матеріали запропоновані Бевз А.В., методичні рекомендації до виконання професійно орієнтованих лабораторних робіт, дидактичні матеріали (тести, практико-орієнтовані задачі).

Виконання даних лабораторних робіт та розв'язування професійно орієнтованих задач з фізики стало дієвим методом до мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів, дало змогу поглибити знання з фізики і сформувати професійні компетентності студентів.

Запропоновані автором теоретичні та методичні підходи до навчання фізики і астрономії забезпечують формування предметної та професійної компетентностей у майбутніх випускників ЗФПО інженерного спрямування.

Результати дисертаційного дослідження Бевз А.В. мають наукове та практичне значення.

Директор



Михайло РУДИЧ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»**

вул. Генерала М. Тарнавського, 7, м. Тернопіль, 46024. Тел. (0352)26-95-34, 28-19-66. Факс (0352)43-34-02
Web: <http://www.tk.te.ua>, e-mail: tktdtu@ukr.net. Код ЄДРПОУ 02549121

31.05.2023 № 2/19-572 На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження проведеного
Бевз Анною Володимирівною з теми:
«Методика професійно спрямованого
навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти»

Цією довідкою підтверджується, що у практику роботи ВСП «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» впроваджено результати дисертаційного дослідження Бевз Анни Володимирівни, а саме методику професійно спрямованого навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти.

Апробація результатів дослідження та їх експериментальна перевірка здійснювалась впродовж 2020-2023 років серед студентів других курсів, які навчаються за освітньо-професійним рівнем фахового молодшого бакалавра.

Впровадження запропонованої методики викликала активізацію пізнавальної діяльності студентів, охоплених експериментом, що виявляється в індивідуальній зацікавленості до обраної спеціальності.

Викладачі фізики циклової комісії природничих дисциплін ВСП «Тернопільський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» вважають за доцільне використання у своїй навчальній діяльності методики, запропонованої Бевз Анною Володимирівною.

Директор, кандидат технічних
наук, доцент, Заслужений
працівник освіти України



Володимир КАЛУШКА



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ЦЕНТР ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ»
ДНЗ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ЦПТО»**

46007, м. Тернопіль, вул. Текстильна 8, тел./факс (0352) 52-35-89; e-mail: tcpto-1@ukr.net,
Код ЄДРПОУ 03072170

05.02.2025

№ 89

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Бевз Анни Володимирівни
на тему «Методика професійно спрямованого
навчання фізики у закладах фахової передвищої освіти».

Видана Бевз Анні Володимирівні в тому, що результати її дисертаційного дослідження впроваджувались в практику роботи ДНЗ «Тернопільський центр професійно-технічної освіти».

Результати даного дослідження застосовувались у навчальному процесі закладу освіти з 2020 по 2024 роки.

У педагогічному експерименті брали участь студенти 1 курсів.

В процесі впровадження педагогічного експерименту викладачами фізики активно використовувались дидактичні матеріали запропоновані Бевз А.В., методичні рекомендації до виконання професійно орієнтованих лабораторних робіт та збірник задач з фізики професійно орієнтованого змісту.

Виконання даних лабораторних робіт та розв'язування професійно орієнтованих задач з фізики стало дієвим методом до мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів, дало змогу поглибити знання з фізики і сформувані професійні компетентності студентів.

Директор

Володимир ЦЬОХ

Запорожан І.Г.

