

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

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЄФИМЕНКО СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА

УДК 378.147.091.33-027.22:53]:004.92(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

**МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ
СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ
З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук

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

_____ С.М. Єфименко

Науковий керівник: **Величко Степан Петрович**

доктор педагогічних наук, професор

БЕРДЯНСЬК – 2021

АНОТАЦІЯ

Єфименко С.М. Методика формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 «Теорія та методика навчання (фізика)». – Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка Міністерства освіти і науки України, Кропивницький, 2021.

Зміст анотації

У дисертації

уперше теоретично обґрунтовано та розроблено:

– організаційно-педагогічні умови формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку на основі системного застосування засобів КГ (забезпечення освітнього процесу з фізики сучасними програмно-апаратними засобами створення і використання КГ; забезпечення фахової спрямованості навчального матеріалу з акцентом на застосування систем КГ у майбутній професійній діяльності; застосування графічного методу та систем КГ для організації навчально-пізнавальної діяльності студентів; поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих форм організації дослідницької та експериментаторської діяльності студентів);

– методичну систему формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку із застосуванням систем КГ, яка включає цільовий, змістовий, процесуальний і оцінювальний компоненти, базується на особистісно орієнтованому, діяльнісному, компетентнісному, системному, інтегративному та синергетичному підходах, реалізується завдяки організаційно-педагогічним умовам і забезпечує результат – *сформованість* предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку;

уточнено:

– зміст поняття «предметна компетентність з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку»;

– критерії та показники оцінки рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, що дозволило перевірити ефективність авторської методичної системи;

удосконалено: методику виконання лабораторного фізичного експерименту, самостійної роботи на основі поєднання традиційних та комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання з використанням систем КГ, що оптимізує та активізує пізнавальну діяльність студента та формує пошукові й експериментаторські навички;

набули подальшого розвитку:

– традиційні методи навчання фізики (пояснювально-ілюстративний, частково-пошуковий, проблемний, дослідницький) внаслідок їх інтеграції з графічним методом подання та опрацювання навчальної інформації з використанням систем КГ;

– класифікація засобів КГ на основі врахування їх функцій (мотиваційної, ілюстративної, інформаційної, компресійної, компенсаторної, інтегративної, прогностичної, систематизуючої, дослідницької) для вирішення задач професійної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, що дозволило розробити методи та дидактичні засоби формування їхньої предметної компетентності з фізики.

Констатовано, що фізична освіта як складова природничо-наукової підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку є фундаментом, який забезпечує оволодіння ними системою знань, умінь та навичок, формування світоглядних уявлень, особистісних якостей і ціннісних орієнтирів для успішного досягнення результатів навчання відповідно до стандартів професійної галузі. Обґрунтовано необхідність оволодіння студентами коледжів техніко-технологічного напрямку загальнонауковими методами пізнання, зокрема графічним методом, та сучасними інформаційними технологіям, що віднесено до переліку їх базових компетенцій і пов'язано не тільки з розвитком мислення, але й

підвищенням рівня їх методологічної та світоглядної підготовки. Визначено, що графічний метод у навчанні фізики постає засобом: моделювання фізичних явищ і процесів, аналізу їх перебігу в різних просторово-часових інтервалах, екстраполяції та апроксимації одержаних результатів, встановлення функціональних залежностей між характерними для досліджуваних об'єктів величинами, формування графоаналітичних умінь та навичок, забезпечення високого рівня фундаментальної підготовки і загалом результативності та ефективності освітнього процесу з фізики.

Аналіз концептуальних засад реалізації компетентнісного підходу у сучасній професійній освіті виявив актуальність впровадження програмно- комп'ютерних графічних технологій у навчання фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, що передбачає трансформацію традиційних уявлень про графічний метод пізнання фізичних явищ і процесів та створення адекватного новій освітній парадигмі теоретично та експериментально обґрунтованого дидактичного інструментарію з урахуванням інновацій в області інформаційних технологій. Встановлено, що впровадження ІКТ та систем КГ в освітній процес з фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку сприяє активізації пізнавальної діяльності студентів; реалізації індивідуального та диференційованого підходу з урахуванням різного рівня їх предметної і математичної підготовки; уможливорює вдосконалення форм організації пошуково-дослідницької діяльності; забезпечує міцність та глибину засвоєння ними навчального матеріалу; надає результатам навчання практичної особистісної значущості, постаючи, таким чином, важливим чинником формування професійних якостей майбутніх фахівців. Констатовано, що дидактичні можливості КГ та програмних засобів навчання, які її забезпечують, визначаються в реальному освітньому процесі, насамперед, її методами, а саме: моделюванням, проектуванням, візуалізацією, кодуванням інформації. Як наслідок, досліджено використання цих методів у сфері освіти, зокрема під час опанування фізичним знанням.

У дисертації проаналізовано та теоретично обґрунтовано застосування засобів КГ у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного

напряму, зокрема систем комп'ютерної математики Mathcad, GeoGebra, ППЗ GRAN; графічних інтерфейсів цифрових лабораторних комплексів, аплетів, інфографіки, Mind map. На базі цих ресурсів набули подальшого розвитку традиційні методи навчання (пояснювально-ілюстративний, частково-пошуковий, проблемний, дослідницький) через їх інтеграцію з графічним методом подання навчальної інформації з використанням систем КГ; методичні підходи до формування у студентів предметної компетентності з фізики в процесі опанування матеріалу предметного, міжпредметного й професійно орієнтованого змісту, розв'язування різного типу та рівня складності практичних задач, під час виконання лабораторного практикуму, самостійної та індивідуальної роботи на основі впровадження в освітній процес з фізики відповідного навчально-методичного комплекту.

Подано засадничі положення формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напряму з використанням систем КГ. Теоретично обґрунтовано і розроблено відповідну методичну систему, що включає чотири взаємопов'язані компоненти (цільовий, змістовий, процесуальний та оцінювальний) та передбачає використання в навчанні фізики окреслених організаційно-педагогічних умов, методологічних підходів, які сприяють ефективному досягненню освітніх цілей. Успішність реалізації запропонованої методичної системи навчання забезпечується: дотриманням органічного взаємозв'язку фізичної та професійної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напряму; забезпеченням освітнього процесу закладів освіти програмно-апаратними засобами ІКТ, і зокрема КГ, що відповідають рівню розвитку та методології сучасної фізичної науки; ознайомленням викладачів фізики з дидактичним потенціалом засобів КГ; оптимальним поєднанням традиційних та інноваційних методів і форм організації освітнього процесу з фізики (комп'ютерно-орієнтованих практичних, лабораторних і самостійних робіт), що стимулюють активну навчально-пізнавальну, пошуково-дослідницьку та експериментаторську діяльність студентів з використанням навчально-методичного комплекту. Розроблено критерії та показники рівнів сформованості

предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, створено відповідний діагностичний інструментарій. Визначено, що формування предметної компетентності з фізики студентів має відбуватися на основі особистісно зорієнтованого, системного, діяльнісного, компетентнісного, інтегративного, синергетичного підходів.

Практичне значення одержаних результатів визначається тим, що: розроблено та впроваджено в освітній процес підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку навчально-методичний комплект «Фізика», до якого увійшли: робоча програма курсу фізики, комп'ютерні графічні анімаційні моделі фізичних явищ і процесів; комп'ютерно-орієнтовані практичні, лабораторні та самостійні роботи, у тому числі з використанням цифрового лабораторного комплексу Register Data Logger; комп'ютерні графічні засоби візуалізації розв'язування фізичних задач, предметні завдання професійно орієнтованого змісту, матеріали для діагностики рівня предметної компетентності студентів з фізики. Розроблені дидактичні матеріали оформлено і видано у вигляді навчально-методичного посібника «Графічне моделювання фізичних явищ і процесів», а також розміщено на сайті <http://colledge.centri.today>.

Ключові слова: освітній процес з фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку, предметна компетентність студентів з фізики, інформаційно-комунікаційні технології, системи комп'ютерної графіки, графічний метод, методична система формування предметної компетентності студентів з фізики з використанням систем комп'ютерної графіки.

ANNOTATION

Yefymenko S. M. Methodology of subject competence formation in physics of students of technical and technological colleges using computer graphics. – The qualification scientific work on the rights of manuscript.

Thesis submitted for the Candidate degree of Pedagogical Sciences, speciality 13.00.02 «Theory and Methodology of Teaching (physics)». – Volodymyr

Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kropyvnytskyi, 2021.

The content of the summary

In the thesis

– *for the first time* the organizational and pedagogical conditions of the formation of the subject competence in physics of college students of technical and technological direction on the basis of systematic application of the CG has been substantiated and developed (providing of the educational process in physics with modern powerful software and hardware tools for creating and using CG; ensuring the professional orientation of the educational material with an emphasis on the use of CG in future professional activities; the application of the graphic method and of CG systems for the organization of both reproductive and productive educational and cognitive activities of students; the combination of traditional and computer-oriented forms of a research organization and experimental activities of students);

– *for the first time* the methodical system of the formation of the subject competence in physics of college students of technical and technological direction with the use of CG systems has been substantiated and developed, which is based on the interrelation of separate components (target, semantic, activity and estimating) and it is realized at the expense of performance of the corresponding organizational and pedagogical conditions;

– the content «subject competence in physics of college students of technical and technological specialties» *have been specified*;

– the criteria and the indicators of the subject competence formation in physics of college students of technical and technological direction *have been specified*, which made it possible to check the effectiveness of the author's methodological system;

– the methodology for performing a laboratory physical experiment, independent work based on a combination of traditional and computer-oriented teaching aids, CG systems facilities optimizing and activating the student's cognitive activity, forming search and experimental skills *have been improved*;

– the traditional explanatory-illustrative, partial-search, problem-based, research methods of teaching physics by integrating them with the graphical method of presenting educational information with the use of CG systems; the classification of means of CG based on their functions (research, illustrative, systematizing, informational, compensatory, integrative, motivational, prognostic, compression) to solve the problems of the professional activity of a specialist in technical and technological field, which allowed to develop methods and didactic means for his subject competence in physics have *been further developed*.

It was stated that physical education as a component of natural science training applicants for technical and technological education of colleges to masteries the foundation that provides the system of knowledge, skills, worldviews, personal qualities and values for successful learning outcomes in accordance with the standards of the professional field. The necessity of students' mastering of general scientific methods of cognition, in particular by a graphic method as an integral component part of their subject and professional competence have been proved, which is due not only to development of thinking, but also to increase of their methodological and philosophical preparation.

It is defined that graphical method in teaching physics there is a means of modeling the physical phenomena and processes, and analysis of their course, extrapolation and approximation of the results, the establishment of functional relationships between the values characteristic of the studied objects, forming graphoanalytical abilities and ensuring a high level of fundamental training and in general the effectiveness and efficiency of the educational process in physics.

The analysis of conceptual principles to the implementation of the competency approach in modern vocational education revealed the relevance of introducing in the teaching of physics in colleges of a technical and technological direction of the computer graphic technologies, which involves the transformation of traditional ideas about graphic method, and creating adequate to the modern educational paradigm theoretically and experimentally sound didactic tools taking into account innovations in the field of ICT. It is investigated that the introduction of ICT and of systems CG in the learning process of physics in colleges of technical and technological direction

contributes to the activation of cognitive activity of students, the implementation of a differentiated approach taking into account different levels of their subject and mathematical training, allows the improvement of forms of organization of research activities, provides strength and depth of learning material, gives learning outcomes practical personal significance, thus becoming an important factor in shaping the professional qualities of future professionals. It is stated that educational opportunities of CG and software that provide it are determined, above all, its methods, namely, modeling, design, visualization, encoding information. As a result, the use of the latter in the field of education, in particular during the acquisition of physical knowledge, has been studied.

In the thesis it analyzes and substantiates using CG in teaching physics of students of colleges of technical and technological direction with the help of applied software, namely: Mathcad, GeoGebra, GRAN; laboratory graphical interfaces, applets, infographics, Mind map. On the basis of these resources, traditional teaching methods (explanatory-illustrative, partial-search, problem-based, research) have been further developed through their integration with the graphical method of presenting educational information using CG systems. The basic provisions for the formation of subject competence in physics using CG systems have been outlined. The methodical system of the formation of the subject competence in physics of college students of technical and technological direction with the use of CG systems which is based on the interrelation of separate components (target, cognitive, activity, evaluation) and provides the realization of methodological approaches and the organizational and pedagogical conditions under which the effective achievement of educational purposes has been substantiated and developed. The success of the proposed methodological system of education is ensured by compliance the organic relationship of fundamental (physical) and professional education of future technicians, the providing the educational process of educational institutions with ICT software and hardware, and in particular CG, which corresponds to the level of development and methodology of modern physical science, the acquaintance of physics teachers with didactic potential of means CG, an optimal combination of traditional and innovative methods and forms of teaching (computer-

oriented independent practical and laboratory work) that will stimulate research and experimental activities of students, the ensuring the unity of the processes of training, education and personal development of future professionals. The criteria, indicators and levels of formation of subject competence in physics of students of technical and technological specialties of colleges are characterized. It is determined that the formation of subject competence in physics should take place on the basis of personality-oriented, competence, system, integrative, activity, synergetic and technological approaches.

The practical significance of the obtained results is determined by the fact that, in the educational process of training future specialists in technical and technological specialties educational and methodological set «Physics» have been developed and implemented, which include: computer graphic animation models of physical phenomena and processes; computer-oriented practical and laboratory work, including with the use of digital laboratory Register Data Logger; computer graphics visualization tools for solving physical problems, tasks professionally-oriented content; of subject knowledge for diagnosing the level of subject competence of students in physics. The developed educational and methodical support was issued and published in the form of the educational and methodical manual «Graphic modeling of physical phenomena and processes» and was also posted on the website <http://colledge.centri.today>.

Key words: educational process in physics in colleges of technical and technological direction, subject competence of students in physics, information and communication technologies, computer graphics systems, graphic method, methodical system of the formation of the subject competence of students in physics with the use of computer graphics systems.

СПИСОК СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Навчальний посібник

1. Єфименко С.М. Графічне моделювання фізичних явищ і процесів: методичні рекомендації. Суми: НІКО, 2019. 80 с.

Статті в наукових фахових виданнях України

2. **Єфименко С.М.**, Мар'їнських Ю.М. Визначення і досвід використання фізичних величин. *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2013. Вип. 40. С. 82-88.

3. Єфименко С. Метод укрупнення дидактичних одиниць у фізиці як засіб реалізації ідей інноваційно-освітньої парадигми. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. Вип. 5, ч 2. С. 89-94.

4. Єфименко С.М. Формування елементів фізичних знань на основі системно-структурного підходу до навчання. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. Вип. 6, ч. 1. С. 56-62.

5. Єфименко С.М. Прийоми формування фізичних знань на основі графічного способу розв'язування задач з фізики. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. Вип. 7, ч. 3. С. 144-151.

6. Єфименко С.М. Застосування графічного методу у процесі дослідження рівноприскореного прямолінійного руху. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. Вип. 8, ч. 3. С.101-106.

7. Єфименко С.М. Роль фізики у формуванні когнітивного компоненту професійної компетентності майбутніх техніків-технологів хімічної і машинобудівної промисловості. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Вип. 9, ч. 2. С.246-251.

8. Єфименко С.М. Використання засобів мультимедіа для реалізації графічного методу у навчанні фізики. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіт.* Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. Вип. 11, ч. 1. С.71-77.

9. Єфименко С. Використання графічних засобів Mathcad у дослідженні гармонічних коливань студентами технічних спеціальностей коледжів. *Зб. наук. пр. Полтавського держ. пед. ун-ту імені В.Г. Короленка. Серія: Педагогічні науки.* Полтава: ПДПУ ім. В.Г. Короленка, 2018. Вип. 71. С.29-33. (*Google Scholar, Ulrichsweb Global Serials Directory*).

10. Єфименко С.М. Формування предметної компетентності з фізики графічними засобами GeoGebra. *Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту ім. Т.Г. Шевченка. Серія : Педагогічні науки.* Чернігів : ЧНПУ ім. Т.Г. Шевченка, 2018. Вип. 153. С.44-48.

11. Єфименко С.М. Засоби Mathcad у навчальному фізичному експерименті. *Фізико-математична освіта.* Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2018. Вип. 1 (15). С. 195-199. (*Index Copernicus, ICV 2016: 53.63*).

12. **Єфименко С.М.,** Величко С.П. Результати експериментальної перевірки ефективності методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів за допомогою систем комп'ютерної графіки. *Актуальні питання природничо-математичної освіти.* Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2018. Вип. 1 (11). С. 211-219.

Статті в наукових іноземних виданнях

13. Єфименко С.М. Методична система формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням комп'ютерної графіки. *Science and Education a New Dimension. Humanities and Social Sciences. Budapest (Hungary),* 2019. VII(35), I.: 213, С. 61-64. (*Index Copernicus: ICV 2014: 70.95; ICV 2015: 80.87; ICV 2016: 73.35; ICV 2018: 90.25, Google Scholar, Ulrichsweb Global Serials Directory, Crossref (DOI prefix:10.31174), Union of International Associations Yearbook, Scribd, Academia.edu*).

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей

14. Ефименко С.Н. Технология укрупнения дидактических единиц – перспективная технология обучения физике в средних специальных учебных заведениях технического направления. *Стратегии и тенденции современного образования*: матер. I междунар. науч. конф., г. Ставрополь, 1 июля 2014 г. Ставрополь: Логос, 2014. С. 33-38.

15. Ефименко С. Метод УДО у фізиці як засіб реалізації ідей інноваційно-освітньої парадигми. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матер. міжнар. X (XX) наук.-практ. конф., м. Кіровоград, 23 травня 2014 р. Кіровоград : ПП Ексклюзив-Систем, 2014. С. 52-53.

16. Ефименко С.М. Діалогічний підхід у навчанні. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. I наук.-метод. конф., м. Шостка, 28 квітня 2015 р. Суми: СумДУ, 2015. С. 184-186.

17. Ефименко С.М. Прийоми формування фізичних знань на основі графічного способу розв'язування задач з фізики. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матер. наук.-практ. конф., м. Кіровоград, 22-23 травня 2015 р. Кіровоград : ПП Ексклюзив-Систем, 2015. С. 115-116.

18. Ефименко С.М. Розвиток графічного методу у навчанні фізики засобами цифрових лабораторій. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. I всеукр. наук.-метод. конф., м. Шостка, 21 квітня 2016 р. Суми: СумДУ, 2016. С. 207-209.

19. Ефименко С.М. Роль фізики у формуванні когнітивного компоненту професійної компетентності майбутніх техніків технологів хімічної і машинобудівної промисловості. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матер. міжнар. XII (XXII) наук.-практ. конф., м. Кіровоград, 27-28 травня 2016 р. Кіровоград : ПП Ексклюзив-Систем, 2016. С. 128-131.

20. Ефименко С. Реалізація графічного методу в навчанні фізики засобами мультимедіа. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матер. XXI міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Переяслав-Хмельницький, 31 січня 2017 р. Переяслав-Хмельницький, 2017. Вип. 21. С. 280-283.

21. Єфименко С.М. Використання засобів мультимедіа для реалізації графічного методу у навчанні фізики. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матер. Міжнар. XIII (XXIII) наук.-практ. конф., м. Кропивницький, 19-20 травня 2017 р. Кіровоград : ПП Ексклюзив-Систем, 2017. С. 59-61.

22. Єфименко С. Підсистеми комп'ютерної графіки у навчанні фізики. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця (НПК-2017)*: матер. міжнар. наук.-практ. конф., м. Суми, 7-8 грудня 2017 р. Суми: ФОП Цьома С.П., 2017. ч.1. С. 151-153.

23. Єфименко С.М. Комп'ютерна графіка в навчанні фізики. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. III всеукр. наук.-метод. конф., м. Шостка, 19 квітня 2018 р. Суми: СумДУ, 2018. С. 201-202.

24. Гриценко Р.О., Курносенко О.В., **Єфименко С.М.** Експериментальні дослідження засобами цифрових лабораторій. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. III всеукр. наук.-метод. конф., м. Шостка, 19 квітня 2018 р. Суми: СумДУ, 2018. С. 197-198.

25. Єфименко С.М. Формування предметної компетентності з фізики графічними засобами GeoGebra. *Актуалізація фізичної освіти в контексті державної програми «Нова українська школа»*: матер. всеукр. наук.-практ. конф. «Чернігівські методичні читання з фізики та астрономії. 2018», м. Чернігів, 26-27 червня 2018 р. Чернігів: Десна Поліграф, 2018. С. 22-24.

26. Єфименко С.М. Експериментальне дослідження ефективності формування предметної компетентності з фізики засобами комп'ютерної графіки. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2018»*: матер. III міжнар. наук.-метод. конф., м. Суми, 8-9 листопада 2018 р. Суми: ФОП Цьома С. П., 2018. Т. 1. С. 184-186.

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

27. Єфименко С. Формування цілісної системи природничо-математичних знань студентів через поняття функції. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2017. № 4. С. 26-29.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	17
ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КОМПЕТЕНТНІСНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ	27
1.1. Компетентнісний підхід як новий вимір якості фахової освіти у коледжах техніко-технологічного напрямку.....	27
1.2. Дидактичний потенціал графічного методу та ресурсів комп'ютерної графіки у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.....	41
1.3. Методичні засади формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки.....	57
Висновки до розділу 1	70
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ	72
2.1. Критерії та показники рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.....	72
2.2. Теоретичне обґрунтування і побудова методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки.....	80
2.3. Методика формування предметної компетентності з фізики студентів	

коледжів техніко-технологічного напрямку під час вивчення нового навчального матеріалу з використанням систем комп'ютерної графіки.	98
2.4. Формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку під час роз'язування практичних задач та виконання самостійної роботи.	113
2.5. Методичні особливості формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку в ході виконання лабораторного практикуму з використанням систем комп'ютерної графіки.	140
Висновки до розділу 2.	159
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.	162
3.1. Організація та проведення педагогічного експерименту.	162
3.2. Обробка та аналіз результатів педагогічного експерименту.	172
Висновки до розділу 3	186
ВИСНОВКИ.	188
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	192
ДОДАТКИ.	220

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЗВО – заклад вищої освіти;

ЗЗСО – заклад загальної середньої освіти;

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології;

КГ – комп'ютерна графіка;

ППЗ – педагогічний програмний засіб.

ВСТУП

Актуальність теми. Глобалізація та динамізм сучасної цивілізації, інформатизація та технологізація всіх сфер діяльності людини, зростання суспільних вимог до якості загальної та фахової освіти молоді відповідно до державних нормативних вимог орієнтують національну освіту на перехід від традиційної до інноваційної компетентнісної парадигми, що передбачає підготовку високоосвічених фахівців, здатних самостійно здобувати та застосовувати на практиці знання, приймати креативні та нестандартні рішення, самореалізовуватися та професійно вдосконалюватися впродовж життя. Розв'язання цього багатогранного завдання, про що наголошено в Законах України «Про освіту» (2017 р.), «Про вищу освіту» (2014 р.), «Про фахову передвищу освіту» (2019 р.), «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2015 р.), «Національною стратегією розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки» (2013 р.) передбачає переосмислення освітніх цілей і завдань, модернізацію змісту та структури, вдосконалення форм організації освітнього процесу, методів та засобів навчання в коледжах техніко-технологічного напрямку, в яких фізика виступає важливою складовою природничо-наукової підготовки студентів, основою формування їх професійної компетентності.

Реалізація освітніх цілей навчальної програми з фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку забезпечується відповідно до пізнавальних інтересів, індивідуальних здібностей та функцій майбутньої професійної діяльності студентів, важливим та невід'ємним компонентом предметної компетентності яких є оволодіння загальнонауковими методами дослідження фізичних явищ і процесів, зокрема графічним методом, що забезпечує не тільки глибину і міцність засвоєння знань, але й підвищує методологічну і світоглядну підготовку. У зв'язку з інформатизацією та комп'ютеризацією суспільного життя та освітнього процесу, розповсюдженням комп'ютерних графічних технологій, графічний метод отримав нові дидактичні можливості за рахунок застосування систем комп'ютерної графіки (КГ).

Аналіз освітніх програм підготовки фахівців зі спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 161 «Хімічні технології та інженерія» свідчить про те, що кінцевим результатом навчання виступає сформованість їх професійної компетентності, що виявляється у здатності фахівця до свідомого розв'язання професійних завдань, зокрема через демонстрацію знання і розуміння фундаментальних наукових фактів, теорій, принципів та застосування ефективних методів фізики, а також відповідного комп'ютерного програмного забезпечення. Отже, успішне вирішення проблеми підвищення рівня та якості фундаментальної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку відповідно до державних нормативних вимог актуалізує необхідність проведення системних наукових досліджень з проблеми розробки шляхів подальшого розвитку графічного методу в освітньому процесі з фізики, у тому числі із залученням систем КГ.

У контексті зазначеної проблеми важливими є наукові пошуки та результати досліджень вітчизняних і зарубіжних учених, а саме: сучасна філософія освіти, загальні положення впровадження особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного, системного, інтегративного та синергетичного підходів в освітній процес (В.П. Андрущенко, К.О. Баханов, С.У. Гончаренко, М.Б. Євтух, І.А. Зязюн, В.Г. Кремень, О.М. Леонт'єв, В.І. Луговий, О.Я. Савченко, А.В. Хуторський, Ю.О. Шабанова та ін.); проблеми фундаменталізації, стандартизації та якості фізичної освіти, сутність і структура предметної компетентності (П.С. Атаманчук, Л.Ю. Благодаренко, А.М. Кух, О.І. Ляшенко, М.Т. Мартинюк, А.І. Павленко, О.В. Сергєєв, В.П. Сергієнко, В.Д. Сиротюк, М.І. Шут та ін.); реалізація у навчанні фізики інноваційних технологій, педагогічних програмних засобів різного дидактичного призначення, міжпредметних зв'язків та питання інтеграції знань (І.О. Бардус, І.Т. Богданов, С.П. Величко, Ю.О. Жук, В.Ф. Заболотний, О.І. Іваницький, А.В. Касперський, О.С. Мартинюк, В.В. Мендерецький, В.Д. Шарко, Г.О. Шишкін, О.В. Школа та ін.); організація професійно орієнтованої діяльності студентів у навчанні фізики ЗВО I–II рівнів акредитації (Т.О. Гуляєва, С.М. Килимник, А.В. Подозьорова, М.О. Роздобудько, Т.О. Семакова, [Н.С. Сичевська](#), О.О. Смутко, О.В. Сондак, та

ін.); методичні засади реалізації графічного методу в навчанні фізики (О.І. Бугайов, С.П. Величко, Є.В. Коршак, А.В. Примаков, Л.І. Резніков, В.Ф. Савченко, І.В. Сальник та ін.). Проте проблема формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ не була предметом окремого дослідження. Отже, системний аналіз державних освітніх нормативних документів, психолого-педагогічних і методичних джерел, а також практична педагогічна діяльність з фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку дозволили виявити такі суперечності:

- між сучасними вимогами державних нормативних документів в галузі вищої освіти у закладах I–II рівнів акредитації (нині – фахової передвищої освіти) до якості фундаментальної підготовки з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку та її реальним станом;

- між високим потенціалом ресурсів сучасних комп'ютерних графічних технологій як потужного засобу наукового та навчального пізнання і його недостатнім використанням у системі підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку;

- між необхідністю розробки методики формування предметної компетентності студентів з фізики з використанням систем КГ в органічному зв'язку зі специфікою майбутнього фаху та традиційним інформаційно-репродуктивним підходом застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освітньому процесі коледжів техніко-технологічного напрямку.

Отже, актуальність і соціальна значущість розв'язання зазначеної проблеми, її недостатня розробленість у теорії та методиці навчання фізики й необхідність подолання виявлених суперечностей зумовили вибір теми дисертації: **«Методика формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

«Перспективні напрямки розвитку дидактики фізики у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах» (протокол № 5 від 26.01.2015 р.).

Тему дослідження затверджено вченою радою Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 6 від 28.12.2015 р.) та узгоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 5 від 14.06.2016 р.).

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики у коледжах техніко-технологічного напрямку.

Предмет дослідження – формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити ефективність методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

Відповідно до мети визначено **завдання дослідження**:

1. Проаналізувати стан дослідження проблеми компетентнісного навчання фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням ІКТ і КГ та виявити проблемні питання щодо забезпечення якості освітнього процесу відповідно до сучасних державних нормативних вимог.

2. Дослідити дидактичний потенціал графічного методу та ресурсів КГ у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

3. Запропонувати методичні засади та розробити методичну систему формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

4. Розробити та апробувати навчально-методичне забезпечення курсу фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку, зорієнтованого на формування предметної компетентності студентів з використання систем КГ.

5. Експериментально перевірити ефективність методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

Для виконання поставлених завдань було використано такі **методи дослідження**:

теоретичні: аналіз державних нормативних документів і законодавчої бази закладів вищої освіти I–II рівнів акредитації (нині – фахової передвищої освіти), навчальних програм з фізики та спеціальних фахових дисциплін з метою встановлення міжпредметних зв'язків їх змістових елементів у підготовці студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, визначення критеріїв та показників рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку (п. 1.1, 2.1); аналіз, систематизація та узагальнення наукових (фізичних), психолого-педагогічних і навчально-методичних джерел для з'ясування стану розвитку і перспектив впровадження ІКТ і, зокрема, систем КГ в сучасну освітню практику, вивчення та аналіз педагогічного досвіду їх ефективного застосування в освітньому процесі з фізики коледжів техніко-технологічного напрямку (п. 1.2–1.3); моделювання для обґрунтування та побудови методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ (п. 2.2);

емпіричні: спостереження, анкетування, тестування, бесіди зі студентами і викладачами з метою виявлення стану, актуальних проблем та напрямів удосконалення компетентнісного навчання фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку із застосуванням систем КГ (п. 3.1–3.2); візуалізація навчальної інформації та комп'ютерне графічне моделювання фізичних явищ і процесів з метою активізації та підвищення ефективності сприйняття та застосування студентами нових знань під час різних форм організації навчально-пізнавальної діяльності (п. 2.3–2.6); педагогічний експеримент з метою перевірки ефективності методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ (п.

3.1–3.2); методи математичної статистики на етапі обробки та аналізу (кількісного і якісного) результатів педагогічного експерименту із застосуванням програми SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) для обґрунтування та встановлення правомірності загальних висновків дослідження (п. 3.2).

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

уперше теоретично обґрунтовано та розроблено:

– організаційно-педагогічні умови формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку на основі системного застосування засобів КГ (забезпечення освітнього процесу з фізики сучасними програмно-апаратними засобами створення і використання КГ; забезпечення фахової спрямованості навчального матеріалу з акцентом на застосування систем КГ у майбутній професійній діяльності; застосування графічного методу та систем КГ для організації навчально-пізнавальної діяльності студентів; поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих форм організації дослідницької та експериментаторської діяльності студентів);

– методичну систему формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку із застосуванням систем КГ, яка включає цільовий, змістовий, процесуальний і оцінювальний компоненти, базується на особистісно орієнтованому, діяльнісному, компетентнісному, системному, інтегративному та синергетичному підходах, реалізується завдяки організаційно-педагогічним умовам і забезпечує результат – *сформованість* предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку;

уточнено:

– зміст поняття «предметна компетентність з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку»;

– критерії та показники оцінки рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, що дозволило перевірити ефективність авторської методичної системи;

удосконалено: методику виконання лабораторного фізичного експерименту, самостійної роботи на основі поєднання традиційних та комп'ютерно-

орієнтованих засобів навчання з використанням систем КГ, що оптимізує та активізує пізнавальну діяльність студента та формує пошукові й експериментаторські навички;

набули подальшого розвитку:

– традиційні методи навчання фізики (пояснювально-ілюстративний, частково-пошуковий, проблемний, дослідницький) внаслідок їх інтеграції з графічним методом подання та опрацювання навчальної інформації з використанням систем КГ;

– класифікація засобів КГ на основі врахування їх функцій (мотиваційної, ілюстративної, інформаційної, компресійної, компенсаторної, інтегративної, прогностичної, систематизуючої, дослідницької) для вирішення задач професійної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, що дозволило розробити методи та дидактичні засоби формування їхньої предметної компетентності з фізики.

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні та впровадженні в освітній процес з фізики коледжів техніко-технологічного напрямку навчально-методичного комплексу «Фізика», до якого увійшли: робоча програма курсу фізики, що включає навчальний матеріал предметного, міжпредметного та професійно орієнтованого змісту; комп'ютерні графічні анімаційні моделі фізичних явищ і процесів до лекційних занять; комп'ютерно-орієнтовані практичні та лабораторні роботи, у тому числі з використанням цифрового лабораторного комплексу Register Data Logger; комп'ютерні графічні засоби візуалізації процесу розв'язування фізичних задач; завдання професійно орієнтованого змісту для самостійної та індивідуальної роботи студентів з використанням програмних засобів КГ; матеріали для діагностики рівня сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів.

Розроблені дидактичні матеріали оформлено і видано у вигляді навчально-методичного посібника «Графічне моделювання фізичних явищ і процесів», який апробовано в освітньому процесі коледжів і технікумів; під час підготовки школярами наукових робіт в рамках Малої академії наук України та розміщено на

сайті Хіміко-технологічного коледжу імені Івана Кожедуба Шосткинського інституту Сумського державного університету (<http://colledge.centri.today>).

Основні положення та результати дисертаційної роботи впроваджено в освітній процес з фізики Глухівського коледжу Сумського національного аграрного університету (довідка № 01–07/14 від 03.07.2018 р.); Київського технікуму електронних приладів (довідка № 163 від 11.07.2018 р.); Політехнічного технікуму Конотопського інституту Сумського державного університету (довідка № 165/88.01–10 від 05.07.2018 р.); Хіміко-технологічного коледжу імені Івана Кожедуба Шосткинського інституту Сумського державного університету (довідка № 190 від 11.07.2018 р.). Досвід реалізації ідеї формування предметної компетентності з фізики у студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ розкрито в ході засідань обласного методичного об'єднання викладачів фізики та астрономії ЗВО I–II рівнів акредитації Сумської області (довідка №1173 від 22.11.2018 р.).

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження доповідалися й обговорювалися на науково-практичних конференціях і семінарах: *міжнародних*: «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2014–2016; Кропивницький, 2017); «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації» (Переяслав-Хмельницький, 2017); «Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця» (Суми, 2017); «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс»» (Суми, 2018); «Problems of Humanities and Social Sciences – 2019» (Budapest, Hungary, 2019); *всеукраїнських*: «Чернігівські методичні читання з фізики та астрономії» (Чернігів, 2018); «Освіта, наука та виробництво : розвиток і перспективи» (Шостка, 2015; 2016; 2018); *на засіданнях обласного методичного об'єднання викладачів фізики і астрономії ЗВО I–II рівнів акредитації Сумської області* (Суми, 2017–2018); на семінарі «Сучасні проблеми дидактики фізики» (Кропивницький, 2020).

Публікації. Основні наукові результати дослідження опубліковано в 27 наукових працях (24 одноосібні), з яких: 11 статей у наукових фахових виданнях України (9 одноосібні), 1 стаття – у зарубіжному науковому періодичному виданні, 1 стаття, що додатково відображає наукові результати дисертації; 13 тез доповідей у матеріалах конференцій (12 одноосібні); 1 навчальний посібник.

Особистий внесок автора. У спільній публікації з Ю.М. Мар'їнським [87] автором представлено методику вивчення базових фізичних величин навчальної дисципліни з використанням систем КГ; С.П. Величко [86] – здійснено обробку даних педагогічного експерименту за допомогою програмного засобу SPSS, подано кількісний і якісний аналіз одержаних результатів; Р.О. Гриценко, О.В. Курносенко [53] – розкрито можливість проведення і подання результатів експериментальних досліджень з фізики за допомогою методів візуалізації та моделювання навчальної інформації на основі використання цифрових лабораторних комплексів, зокрема Register Data Logger.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотацій українською та англійською мовами, вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (264 позиції), 8 додатків. Загальний обсяг дисертації – 298 сторінок, з яких 174 сторінки – основна частина. Дисертація містить 42 рисунки та 15 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ КОМПЕТЕНТНІСНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

1.1. Компетентнісний підхід як новий вимір якості фахової освіти у коледжах техніко-технологічного напрямку

Вирішальну роль у розв'язанні проблеми «відтворення інтелектуального, духовного потенціалу народу, виходу вітчизняної науки, техніки і культури на світовий рівень» відводять системі фахової освіти, яка визнана однією з провідних галузей відкритого демократичного суспільства [83, с. 246; 156, с. 5]. Стратегічні напрями розвитку фахової освіти окреслені Законами України «Про освіту» (2017 р.), «Про вищу освіту» (2014 р.), «Про фахову передвищу освіту» (2019 р.), «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2015 р.), «Національною стратегією розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки» (2013 р.), постановами Кабінету Міністрів України (2011 р.). Серед основних завдань державної політики у сфері освіти відповідно до нормативних документів [161; 186] є: підвищення її якості на основі принципів гуманізації і гуманітаризації, фундаменталізації, стандартизації і прогностичності; модернізація її структури, змісту та організації на засадах особистісно зорієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів; впровадження інноваційних, у тому числі ІКТ, що забезпечують удосконалення освітнього процесу, доступність, гнучкість і варіативність освіти, підготовку молоді до життя і професійної діяльності в сучасному інформаційному суспільстві.

Низький рівень підготовки випускників шкіл підтверджує доцільність функціонування в системі фахової освіти коледжів, що покликані забезпечувати кадрові потреби національного ринку праці у кваліфікованих технічних і технологічних фахівцях [154, с. 1]. У контексті розширення політехнічного світогляду, забезпечення фундаментальної підготовки та випереджального

зростання кваліфікації майбутнього фахівця посилюється роль фізичної науки, «яка закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи» [234, с. 2] та є безпосередньою виробничою силою суспільства, яка прямо або опосередковано впливає на всі галузі вітчизняного матеріального виробництва і, насамперед, на розвиток таких галузей, як механічна інженерія, хімічна та біоінженерія, електрична інженерія, автоматизація та приладобудування.

Організація освітнього процесу з фізики в коледжах техніко-технологічних напрямів відбувалася (до моменту набрання чинності Закону України «Про фахову передвищу освіту») та відбувається (залежно від отриманого статусу та напрямку підготовки) у два етапи. На першому або першому–другому курсах студенти вивчають фізику як базовий предмет загальної середньої освіти. Продовження фізичної освіти передбачає вивчення дисципліни «Фізика», що входить до циклу природничо-наукової підготовки молодших спеціалістів (нині – фахових молодших бакалаврів, молодших бакалаврів). Освітній процес з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку на першому етапі упродовж 2010–2018 років здійснювався за навчальною програмою для ЗВО I–II рівнів акредитації, що схвалена комісією з фізики Науково-методичної ради з питань освіти МОН України та рекомендована Інститутом інноваційних технологій і змісту освіти (витяг з протоколу № 23 від 14 червня 2010 р.). У програмі зазначено, що «особливістю фізики як навчального предмета є його спрямованість на використання студентами знань, умінь і навичок у житті та поглиблення компетентності в предметних галузях, які пов'язані з вибором професії чи подальшим навчанням» [234, с. 3].

Вивчення дисципліни «Фізика» на другому етапі (природничо-наукова підготовка) регламентується стандартами вищої освіти України та розробленими на їх основі освітніми програмами підготовки молодшого спеціаліста в якості орієнтовних (з урахуванням змін у законодавстві), в яких акцентовано увагу на реалізації в навчанні компетентнісного підходу. У зв'язку зі зростанням ролі зазначеного методологічного підходу в фаховій освіті викристалізовується питання пошуку сучасних шляхів його реалізації в навчанні фізики студентів

коледжів техніко-технологічного напрямку. У контексті проблеми дослідження виникає потреба аналізу сутності ключових понять зазначеного підходу, методологічних і теоретичних засад його ефективного реалізації у педагогічній науці та освітній практиці.

Першими спробами започаткування компетентнісної освіти можна вважати ідеї інструментальної педагогіки Джона Дьюї (XX ст.). Метою концепції шкільної освіти, розробленої науковцем, є навчання дітей через досвід. Д. Дьюї вважав, що цінність знань виявляється не їхньою кількістю, а у застосовуванні набутих знань і вмінь під час розв'язування практичних задач з повсякденного життя [257]. Прагнення залишити рамки знаннєвої парадигми здобуло відображення в освітніх моделях В.В. Давидова, Л.В. Занкова, В.С. Ільїна, В.В. Краєвського. Але проектування компетентнісного підходу у зміст освіти кінця XX ст. не знайшло відчутного поширення. На сьогодні у зв'язку з неефективністю знаннєво-орієнтованої системи освіти, необхідністю реагування на «виклики сучасного життя» компетентнісний підхід отримав визнання у вітчизняній та зарубіжній педагогіці [262; 264]. Проте й сьогодні не всі питання компетентнісно орієнтованої освіти залишаються розв'язаними, про що свідчать численні дискусії і суперечки між науковцями [254].

Сучасна філософія освіти, методологічні й теоретичні засади компетентнісно орієнтованої освіти, методологічні підходи у навчанні, питання класифікації компетентностей і компетенцій відображено в працях багатьох учених-методистів: В.П. Андрущенко [3], К.О. Баханова [12], І.Д. Беха [16], Н.М. Бібік [18, 19], І.В. Бургун [28], С.У. Гончаренка [46], М.Б. Євтуха [65], І.О. Зимньої [109], І.А. Зязюна [110], М.Ю. Кадемія [116], В.Г. Кременя [132], Ю.І. Мальованого [46], О.В. Овчарук [19; 128], Дж. Равена [263], О.Я. Савченко [196], Г.К. Селевка [202], В.П. Сергієнка [205], А.В. Хуторського [237], Ю.О. Шабанової [242], Г.Р. Шпиталевської [247], І.С. Якиманської [252] та ін. Проблеми стандартизації та якості фізичної освіти, досвід реалізації компетентнісного навчання з фізики розкрито в дослідженнях П.С. Атаманчука [6], Л.Ю. Благодаренко [21, 248], І.В. Бургун [28], Н.О. Єрмакової [67], А.М. Куха [134], І.П. Лесун [136],

В.І. Лугового [138], О.І. Ляшенка [140; 141], М.Т. Мартинюка [248], С.А. Муравського [160], А.І. Павленка [168], Н.В. Подопригори [178], М.І. Садового [197], Г.О. Шишкіна [245], М.І. Шута [21; 248], О.М. Яковлевої [197]. Питання організації професійно-орієнтованої діяльності студентів під час навчання фізики у ЗВО I-II рівнів акредитації подано у працях Т.О. Гуляєвої [54], С.М. Килимника [120], Т.О. Семакової [203], Н.С. Сичевської [210; 211], О.О. Смутка [217], О.В. Сондак [220] та ін. Проведені дослідження стали підставою для визнання актуальності подальших системних досліджень проблеми формування предметної компетентності учнів/студентів для теорії та методики навчання фізики в сучасних умовах.

Компетентнісна освіта передбачає спрямування освітнього процесу на досягнення результатів, якими є «не сума засвоєної інформації, а здатність людини діяти в різних ситуаціях» [1, с. 48]. Такі результати в межах компетентнісного підходу виражаються термінами «компетентність» і «компетенція». У наукових дослідженнях [221; 237] звертають увагу на складність і багатоаспектність зазначених понять і, як наслідок, у термінологічному полі сучасної педагогічної науки до цього часу не існує однозначного трактування дефініцій «компетентність» і «компетенція». Згідно з визначенням Міжнародного департаменту стандартів для навчання, досягнення та освіти (International Board of Standards for Training, Performance and Instruction (IBSTPI)) поняття компетентності визначається як «спроможність кваліфіковано здійснювати діяльність, виконувати завдання або роботу ... містить набір знань, навичок та відношень, що дають змогу особистості ефективно здійснювати діяльність або виконувати певні функції, що підлягають досягненню певних стандартів у галузі професії або виду діяльності» [224, с. 20].

В.О. Болотов розглядає компетентність як складний синтез когнітивного, предметно-практичного й особистісного досвіду [24, с. 11]. Г.К. Селевко трактує компетентність як «інтегральну якість особистості, яка проявляється в її загальній здатності та готовності до діяльності, що базується на знаннях і досвіді, набутих у процесі навчання і соціалізації та орієнтовані на самостійну та

успішну участь у діяльності» [202, с. 139]. В.В. Мендерецький стверджує, що компетентність суб'єктів навчання «виступає інтегральною характеристикою якості їх підготовки» [151, с. 83].

Компетенція (лат. *competentia*, від *competere* – взаємно прагну; відповідаю, підходжу) за словником іншомовних слів – «коло повноважень якої-небудь організації, установи або особи; коло питань, з яких дана особа має певні повноваження, знання, досвід» [216, с. 323]. А.В. Хуторський під компетенцією розуміє «наперед задану вимогу до освітньої підготовки випускника; те, чим він повинен оволодіти після закінчення навчання на певному етапі» [237, с. 58]. На думку О.І. Ляшенко, «компетенція – це здатність особистості застосовувати набуті знання, уміння і навички в різних життєвих ситуаціях (професійній діяльності, навчальному пізнанні, соціальній практиці тощо); компетентність – це рівень володіння певною сукупністю компетенцій і готовність застосовувати їх для успішної діяльності за певних обставин (вирішення професійних завдань, здатність до навчання, соціальні взаємини тощо)» [140, с. 36].

За Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти [187]: компетентність – набута у процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається зі знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці; компетенція – суспільно визнаний рівень знань, умінь, навичок, ставлень у певній сфері діяльності людини. Отже, поняття «компетентність» у науково-методичній літературі та державних освітніх нормативних документах трактується як «характеристика якості особистості», «сукупність знань, умінь, навичок, досвіду», «спроможність до діяльності», «рівень володіння й готовність до застосування». Категорія «компетенція» ототожнюється з «колом повноважень», «вимогою до підготовки», «здатністю особистості до застосування», «рівнем знань, умінь, навичок».

У своєму дослідженні будемо спиратися на визначення поняття «компетентність», яке пропонується в Законі України «Про вищу освіту» (2014 р., розділ 1, ст. 1, п. 13): «компетентність – здатність особи успішно соціалізуватися, навчатися, провадити професійну діяльність, яка виникає на основі динамічної

комбінації знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей». Ключовим результатом навчання фізики в коледжах повинно бути формування предметної компетентності студентів. У методичних рекомендаціях щодо розроблення стандартів вищої освіти/фахової передвищої освіти «предметні (спеціальні, фахові) компетентності – це компетентності, що залежать від предметної області, та є важливими для успішної професійної діяльності за певною спеціальністю» [153, с.4].

Предметна діяльність студентів в контексті компетентнісного підходу на заняттях з фізики реалізується через застосування одержаних знань під час пояснення фізичних явищ і процесів у побуті, природі, техніці; розв'язування практичних задач різного типу та рівня складності; планування та проведення експериментального дослідження; використання фізичного обладнання та вимірювальних засобів; виконання самостійних робіт; володіння методами та технікою наукового дослідження, оцінювання ефективності застосування обраного методу та результатів власної діяльності. Іншими словами, предметна компетентність з фізики формується на основі фізичних знань, умінь та досвіду предметної діяльності. Власна практика викладання фізики в коледжі дає підстави стверджувати, що вагоме значення в розвитку предметної компетентності мають особистісні якості студента: його характер, здібності, поведінка, інтереси, прагнення до самовдосконалення, самореалізації, які загалом формують ставлення до предмета навчання. Водночас продуктивна навчальна діяльність студентів з фізики сприяє не лише формуванню системних предметних знань, умінь, навичок і досвіду, але й особистісних якостей, які надалі трансформуватимуться в професійні якості фахівця. Таким чином, предметна компетентність з фізики є результатом комплексної взаємодії набору відповідних складових (знань, умінь, навичок, досвіду, особистісних якостей), які визначають здатність студентів до ефективної реалізації конкретних дій під час навчання фізики та у позанавчальній діяльності. Отже, формування предметної компетентності студентів з фізики має ґрунтуватися на засадах діяльнісного та особистісно орієнтованого підходів.

Аналіз наукових праць у галузі теорії та методики навчання фізики за компетентнісною тематикою свідчить, що залежно від індивідуального бачення проблеми (розвитку знань, умінь і навичок з фізики, їх соціальної значущості та особистісних якостей суб'єктів освітнього процесу; виду закладу освіти, напряму підготовки) науковцями пропонується різний підхід до класифікації складових предметної компетентності (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Складові предметної компетентності з фізики

Автор	Заклади освіти	Складові предметної компетентності
Л.Ю.Благодаренко, М.І.Шут [20, с. 185]	педагогічні університети	Теорії, закони і моделі сучасної фізики, природничо-наукові методи пізнання та основні процедури фізичного дослідження, матеріалістичні переконання і уявлення про головні аспекти сучасної фізичної та наукової картин світу, про історію розвитку і становлення фізичної науки.
І.В.Бургун [29, с. 15]	заклади загальної середньої освіти	Мотиваційно-ціннісний, когнітивний, діяльнісний, дослідний компоненти.
Т.О.Гуляєва [54, с. 5]	технічні коледжі	Готовність студентів до самоосвіти, базові знання та вміння.
О.В.Ліскович [137, с. 6]	заклади загальної середньої освіти	Структурований комплекс якостей особистості, що забезпечує здатність здійснювати основні види діяльності (вивчення теоретичного матеріалу, розв'язування задач, виконання фізичного експерименту, проведення досліджень), пов'язані із засвоєнням, розумінням і застосуванням набутих знань і умінь з фізики.
О.І.Ляшенко [141, с. 11]	заклади загальної середньої освіти	Когнітивна, функціональна, особистісна, ціннісна, метапредметна компетенції.
О.П.Пінчук [175, с. 166]	заклади загальної середньої освіти	Змістово-процесуальний, мотиваційний, рефлексивний, світоглядний компоненти.
І.Я.Сафонова [201, с. 13]	заклади загальної середньої освіти	Процедурна, конструктивно-графічна, логічна, експериментально-дослідницька, методологічна компетенції.
О.В.Сондак [221, с. 8]	медичні коледжі	Когнітивний, діяльнісний, особистісний і аксіологічний компоненти.

Так, І.Я. Сафонова, розглядаючи математику та фізику як специфічні форми пізнання світу в їх взаємозв'язку, об'єднала фізичну та математичну компетентності в єдину фізико-математичну компетентність, виділивши в ній «процедурну, конструктивно-графічну, експериментальну, дослідницько-

методологічну, логічну компетенції» [201, с. 13]. Характеризуючи предметну компетентність з фізики як структурований комплекс якостей особистості, що забезпечує здатність суб'єктів навчання здійснювати основні види діяльності (вивчення теоретичного матеріалу, розв'язування задач, виконання фізичного експерименту, проведення досліджень), пов'язані з засвоєнням, розумінням і застосуванням набутих знань і вмінь з фізики. О.В. Ліскович до предметної компетентності з фізики відносить чотири складові, кожна з яких пов'язана з одним із видів діяльності та містить «когнітивний, діяльнісний і особистісний компоненти» [137, с. 6]. Обґрунтовуючи з позицій компетентнісного підходу можливість формування умінь і навичок самоосвітньої діяльності студентів технічних коледжів у процесі вивчення фізики, Т.О. Гуляєва визначила її компонентний склад, який включає: «мотиваційний, змістовий, процесуальний компоненти. До складу процесуального компоненту включено організаційні, інформаційні, інтелектуальні та рефлексивні уміння» [54, с. 8]. Отже, множинність підходів до визначення компетентності та різноманіття її структурних компонентів не є випадковими, що свідчить про його «об'єктивну складність і багатоаспектність» [220, с. 259].

Розвиток й удосконалення техніки, прогрес науки та поглиблення знань в області комп'ютерних технологій зумовлює динамізм такої категорії, як предметна компетентність з фізики, яка чутливо реагує на соціально-економічні потреби сучасного суспільства. Не викликає сумніву думка О.В. Сондак, що «випереджувальна, компетентнісно спрямована освіта базується на засадах самоорганізованої та саморозвивальної системи» [220, с. 257]. З огляду на це виникла необхідність структурування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з урахуванням сучасних тенденцій в суспільстві та освіті, високий ступінь опанування якою є визначальною передумовою забезпечення якості техніко-технологічної освіти. Попри різні підходи вчених до визначення структури предметної компетентності з фізики, слід зазначити у ній наявність загальних елементів: знань (когнітивний

компонент), умінь, способів і навичок діяльності (діяльнісний компонент), особистісних якостей (особистісний компонент).

Компетентнісний підхід у коледжах техніко-технологічного напрямку передбачає підпорядкування освітнього процесу меті формування професійної компетентності, яка визначається науковцями як «інтегральний феномен, що має динамічну структуру та виявляється у здатності фахівця до творчого вирішення складних проблемних завдань, до ефективної професійної діяльності, самостійності у виборі та реалізації її принципів та методів, саморозвитку і самовдосконалення» [60, с. 5]. Проблема розвитку професійної компетентності фахівців техніко-технологічних спеціальностей у системі освітнього середовища коледжу досліджувалась С.М. Килимником [120], А.В. Подозьоровою [177], М.О. Роздобудьком [195] та іншими.

Результатами наукових пошуків А.В. Подозьорової стало впровадження в систему професійної підготовки студентів політехнічних коледжів організаційно-педагогічних умов, які передбачають модернізацію змісту навчальних дисциплін на основі компетентнісного, особистісно-діяльнісного, інтегративного підходів з використанням ресурсів електронного інформаційно-навчального середовища. Особливої уваги вимагає запровадження комплексних інновацій у системі професійної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку під час навчання фізики. Так С.М. Килимник [120, с. 32], М.О. Роздобудько [195, с. 10] вбачають необхідність пошуку нових підходів до формування знань, умінь і навичок студентів коледжів у навчанні фізики, що «забезпечили би їх трансформацію у відповідні професійні компетентності», та пропонують включення здобувачів освіти у «професійно орієнтовану діяльність під час запровадження ділових ігор, проектних робіт, оволодіння темами фізики, що пов'язані з виробничими процесами». Таким чином, констатуємо, що «вирішуючи загальноосвітні, гуманістичні й світоглядні задачі, фізична освіта в коледжі створює фундамент, який забезпечує можливість набуття студентами коледжів техніко-технологічного напрямку професійних компетентностей, структурні складові яких формуються через реалізацію освітньо-професійних програм»

[83, с. 248], а отже, вимагає залучення студентів до професійно орієнтованої діяльності на засадах інтегративного підходу. Проведемо аналіз освітніх програм підготовки фахівців зі спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 161 «Хімічні технології та інженерія» для хімічної промисловості, машинобудування і металообробки, в агровиробництві та побутовому обслуговуванні з метою визначення шляхів удосконалення навчання фізики в системі професійної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

Професійна діяльність фахівців зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» передбачає виконання типових та інноваційного характеру завдань на підприємствах хімічної промисловості, оборонного комплексу, які зорієнтовані на розробку та експлуатацію технологічних процесів виробництва високомолекулярних сполук, вибухових речовин і твердих ракетних палив. Результатами навчання зі спеціальності повинні стати навички роботи на сучасному комп'ютерному обладнанні з метою здійснення кількісного аналізу речовин неорганічного, органічного та біологічного походження; вміння обирати відповідне технологічне обладнання та графічно зображувати технологічний процес, використовуючи системи автоматизованого проектування для розроблення технологічної та апаратурної схеми хімічно-технологічних виробництв; здатність інтерпретувати дані, отримані в результаті лабораторних спостережень і вимірювань з точки зору їх значущості й співвідносити їх з відповідною теорією тощо.

Діяльність фахівців спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» включає проектування, виготовлення, монтаж, експлуатацію та обслуговування обладнання на підприємствах різних галузей промисловості та побутового обслуговування. Фахівці обраного напрямку підготовки повинні набути загально-професійних та спеціалізовано-професійних компетентностей, а саме: знати й розуміти особливості конструкції та принципи роботи машин і апаратів вищезазначених промислових виробництв (з урахуванням спеціалізації підготовки); вміти аналізувати та прогнозувати параметри працездатності нових та наявних механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів

машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та комп'ютеризованих методів і методик; демонструвати знання структури, функціонування технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірjuвальних комп'ютеризованих систем у галузевому машинобудуванні; вміння здійснювати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем; планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів; створювати технічні креслення тощо [165].

Серед професійних компетентностей підготовки майбутнього фахівця за галузями знань 13 «Механічна інженерія», 16 «Хімічні та біоінженерія» – здатність використовувати базові знання з фізики, математики, необхідні для освоєння загально-професійних дисциплін, для вирішення практичних задач; здатність проведення досліджень, моделювання технічних об'єктів та процесів; здатність експериментувати та аналізувати дані; здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові та технічні методи, зокрема графічний метод. Серед загальних компетентностей – здатність критичного осмислення основних теорій, принципів, методів і понять в навчанні та професійній діяльності; здатність шукати, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел; навчатися та опановувати сучасні знання; здатність демонструвати добру професійну та емоційну поведінку [165].

Зрозуміло, що успішність формування у майбутніх фахівців вищезазначених компонентів професійної компетентності визначається передусім якістю набуття ними предметної компетентності з фізики, що зумовило виявлення нами стрижневих ліній формування складових професійної компетентності студентів техніко-технологічних спеціальностей у навчанні фізики (додаток А). Крім того, варто зазначити, що нині визначальною характеристикою та основним показником готовності сучасного фахівця до продуктивної професійної діяльності стає опанування на достатньому рівні ІКТ, зокрема системами КГ. Для

майбутнього техніко-технологічного фахівця у галузевому машинобудуванні, підприємствах нафто- та газопереробного комплексу, хімічної промисловості, агровиробництві, на виробництвах вибухових речовин, будівельних матеріалів, матеріалообробних виробництвах (зокрема під час керування різними фізичними процесами в технічних установках, роботи на верстатах з числовим програмним керуванням, використання комп'ютерних апаратів хімічного аналізу тощо) необхідними і достатньо важливими є знання структури та особливостей функціонування комп'ютерного обладнання, програмного забезпечення у відповідній галузі; навички роботи з сучасними комп'ютерними системами, мікропроцесорною технікою. Отже, інформатизація та технологізація суспільства визначають нову освітню парадигму, що окреслює низку задач, від розв'язання яких залежить успішність навчальної діяльності студентів у сучасному світі. Тому, курс фізики «не може носити суто предметний характер, а зобов'язаний включати в себе такий зміст і технології навчання, що відповідають тенденціям розвитку та методології сучасної науки, освітнім інноваціям, що в подальшому забезпечить фундамент формування професійної компетентності майбутніх фахівців» [160, с. 287].

Згідно з навчальними програмами для закладів загальної середньої освіти (2017 р.) результатом освітнього процесу з фізики мають бути сформовані в учнів уміння використовувати готові інформаційні системи, комп'ютерні моделі фізичних явищ і процесів, гаджети, віртуальні лабораторії у навчанні фізики. Педагогічна практика свідчить, якщо для закладів загальної середньої освіти вміння використовувати базові програмні засоби та прикладне програмне забезпечення навчання фізики (працюючи з якими суб'єкти освітнього процесу виступають переважно пасивними користувачами) є достатнім для формування предметної компетентності, то під час вивчення фізики в коледжі техніко-технологічного напрямку виникає необхідність змістити акценти з несвідомого використання засобів і методів ІКТ та дій за шаблоном (інструкцією) на пріоритет активної творчої діяльності, що пов'язана з опануванням ІКТ та створенням ситуації вибору. Такий підхід забезпечить реалізацію не лише основних вимог освітніх

стандартів, але й формування в студентів найповніших і цілісних уявлень про місце та роль ІКТ в системі знань про природу, комп'ютерної грамотності та інформаційної культури, що супроводжуватиметься відповідними методологічними й світоглядними висновками.

З урахуванням зазначеного формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку (когнітивного, діяльнісного, особистісного компонентів) передбачає: а) усвідомлення необхідності інформації та знань щодо способів і методів її одержання, інтерпретації та обробки, у тому числі на основі використання ІКТ та КГ; б) здатність аналізувати та користуватися інформацією, вміння працювати з різними джерелами інформації, зокрема цифровими технологіями, та використовувати діалогічну форму роботи з комп'ютером для розв'язання навчальних завдань з фізики. Також студенти у навчанні фізики з використанням систем ІКТ і КГ повинні: а) набути досвіду з основ роботи з комп'ютерною технікою; б) опанувати знаннями щодо програмного забезпечення комп'ютерної техніки, зокрема систем КГ, графічних лабораторних інтерфейсів, які вирішують навчальні завдання з фізики; в) набути практичних навичок використання систем КГ під час побудови та дослідження комп'ютерних графічних моделей фізичних явищ і процесів; г) опанувати методами та способами роботи з числовими та графічними даними. При цьому зазначені вище види діяльності студентів у навчанні фізики сприятимуть посиленню пізнавального інтересу, свідомості й міцності знань, усвідомленню ними власних пізнавальних дій у використанні ІКТ та КГ, зацікавленості в роботі з ними; формуванню готовності до пошуку шляхів розв'язання нагальних проблем на основі застосування систем КГ.

Отже, формування предметної компетентності з фізики з використанням систем КГ охоплює цілісну систему знань, умінь, навичок, досвід самостійної продуктивної діяльності, сукупність поглядів, цінностей і ставлень майбутніх фахівців та передбачає створення умов для їх саморозвитку та самореалізації на засадах компетентнісного, особистісно орієнтованого, системного, діяльнісного, інтегративного та синергетичного підходів. Фундаментом, який забезпечить

результативність діяльності студентів під час навчання фізики з використанням систем КГ, є знання з інформатики та комп'ютерних технологій, КГ, які опановують студенти коледжів протягом першого – другого курсів.

Зазначене вище та аналіз поняттєво-категоріального апарату досліджень у галузі застосування ІКТ в освіті [4; 61; 157; 184; 227] дозволили з'ясувати, що у зв'язку з посиленням впливу комп'ютерної техніки та технологій на формування предметної компетентності, зокрема з фізики, у її складі доцільно б було виділити інформаційно-технологічний компонент, який полягає в розумінні основ функціонування комп'ютерної техніки й опануванні методами та способами роботи з її програмним забезпеченням для одержання, обробки, інтерпретації, перетворення, збереження інформації із залученням знань, набутих у процесі навчання інформатики та сучасним комп'ютерним технологіям, для створення ефективних умов вирішення освітніх завдань, що сприятиме формуванню фізичної картини світу, становленню особистісних і професійно значущих якостей студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. Вважаємо, що такий компонент має стати предметом окремого наукового дослідження.

Таким чином, аналіз стану розробленості проблеми компетентнісного підходу в педагогічній науці, а також дослідження особливостей його практичної реалізації у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку уможливив з'ясувати сутність і структуру ключового для нашого дослідження поняття «предметна компетентність з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку». З огляду на вищезазначене, предметну компетентність з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку трактуємо як інтегральну характеристику особистості, що виявляється в єдності її теоретичної та практичної здатності до свідомого вирішення навчальних і професійних завдань на основі знань й умінь з фізики, досвіду використання інформаційних технологій, зокрема засобів КГ, та професійно важливих якостей і є складовою її професійної компетентності. Отже, складовими предметної компетентності з фізики є когнітивний (охоплює систему фізичних знань студентів), діяльнісний

(набуття практичних вмінь і навичок), особистісний (становлення особистісних якостей) компоненти.

1.2. Дидактичний потенціал графічного методу та ресурсів комп'ютерної графіки у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку

«Компетентнісно орієнтований підхід до формування змісту освіти став новим концептуальним орієнтиром у світі» [133, с. 4]. Результатами його впровадження в закладах фахової передвищої та вищої освіти, як зазначалося у підрозділі 1.1, є досягнення студентами необхідних компетентностей. Процес набуття студентами визначених компетентностей має відбуватися цілеспрямовано, системно і послідовно засобами цілої низки загально-професійних і спеціальних фахових навчальних дисциплін. При цьому варто зазначити, що дисципліни навчального плану підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, у тому числі й фізика, об'єднані спільними науковими методами вивчення їх основ, до яких відноситься графічний метод.

Під методом у навчально-методичній літературі розуміють «спосіб теоретичного дослідження або практичного здійснення якого-небудь явища або процесу» [126, с. 9]. Як «метод дослідження – це інструмент для розв'язання головного завдання науки – відкриття об'єктивних законів дійсності» [126, с. 9], «шлях пізнання, шлях, що веде до об'єктивного знання» [228, с. 13]. Графічний метод, основою якого є графічний образ (сукупність геометричних та графічних знаків), вважають «досить важливим та ефективним знаряддям сучасної науки» [122, с. 38]. Опрацювання наукових джерел свідчить про те, що графічний метод забезпечує проведення аналізу соціально-економічних явищ, постає необхідним засобом психологічного вивчення людської індивідуальності, виступає одним зі способів структурування довідкового і навчального матеріалу (граф-схеми, опорні конспекти, опорні плакати, схеми-конспекти та ін.);

одночасно є частиною експериментального методу та передає значущу для людини інформацію.

Е.-Ж. Маре, обґрунтовуючи застосування графічного методу в експериментальних науках, до яких відноситься фізика, вказав, що графічний метод як науковий метод є «універсальною мовою, яка дозволяє проникнути в суть явищ, процесів» [260, с. 8]. Зауважимо, що графічний метод є специфічним засобом комунікації, який допомагає подолати мовний бар'єр у спілкуванні між людьми на різних рівнях суспільної взаємодії; формує відношення особистості до самого себе та навколишнього світу.

На винятковість графічного методу для представників будь-якої професії (фізик, астроном, геодезист, інженер тощо) та необхідність набуття певних навичок у його застосуванні вказує німецький математик і фізик К. Рунге. Вичерпну відповідь на питання щодо ролі графічного методу в професійній діяльності майбутніх фахівців техніко-технологічних спеціальностей запропонували В.П. Орехов, А.В. Усова. Науковці наголошують, що «цінність графічного методу полягає в тому, що ним можна користуватись і тоді, коли аналітична залежність $s = f(t)$ невідома. Такі випадки зустрічаються, зокрема, у задачах теорії механізмів і машин, коли рух задається графічно за допомогою автоматів-самописців, пов'язаних з рухомою частиною механізму» [152, с. 156]. У наш час місце автоматів-самописців зайняли комп'ютери, програмне забезпечення яких дозволяє візуалізувати зібрані данні, інформувати про вихід параметра, що визначається, за допустимої межі, експортувати дані в MSExcel, Matlab, Mathcad з наступною їх обробкою та виводом на дисплей або папір. Крім того, графічний метод є знаряддям у роботі представників банківської сфери, ІТ-технологій тощо. Таким чином, здатність людини до розв'язування графічними методами різних завдань, говорить про міру її загальної та політехнічної підготовки. На цій підставі вважаємо за доцільне звернутися до аналізу розробленості питання використання графічного методу у фізичній освіті з метою окреслення шляхів його розвитку в компетентнісному навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

Відомо, що у фізичній освіті графічний метод займає вагоме місце, оскільки, насамперед, є тим необхідним інструментарієм, який забезпечує перехід від досліджуваного явища до його прихованих суттєвих характеристик, їх зв'язків та відношень. Тому в теорії та методиці навчання фізики проблемі вдосконалення освітнього процесу з фізики за допомогою графічного методу приділено достатню увагу, що підтверджується науковими працями теоретичного та методичного характеру (додаток Б.1). Використання графічного методу в навчанні фізики та його удосконалення засобами нових інформаційних технологій стало предметом дослідження В.І. Баштового [51], М.М. Бориса [25], О.І. Бугайова [27], С.П. Величка [32; 34; 51], Ю.В. Єчкало [89], Ю.О. Жука [101], К.В. Коваленко [123; 124], В.Г. Нижника [124], А.В. Примакова [185], Л.І. Резнікова [193], В.Ф. Савченка [129], І.В. Сальник [51; 199], В.Д. Сиротюка [208] та ін.

Унікальним посібником, що розкриває напрями використання графічного методу в курсі фізики та розвиток цього методу наявними на той час (70-і роки ХХ століття) засобами навчання, є робота Л.І. Резнікова «Графічний метод у викладанні фізики» [193]. У посібнику автор пропонує добір графічного матеріалу (задачного, демонстраційного) за різними темами курсу фізики з урахуванням принципів політехнізму, науковості, доступності тощо. Водночас науковець розглядає техніку побудови графіків за допомогою самописців на саморобних приладах. М.М. Борис [25] у дисертації «Методика використання графіків в курсі фізики середньої школи (на прикладі механіки)» надає достатньо повну класифікацію засобів наочності та розглядає нові способи застосування графічних засобів для вивчення окремих питань механіки, а також вказує на можливість отримання численних розв'язків різного типу задач через графічні побудови (графічне множення, графічне розв'язування рівнянь, графічне диференціювання та інтегрування).

Способи залучення засобів схематичної та символічної наочності, зокрема графіків і діаграм, до вивчення механічних явищ та проведення фізичного експерименту стали об'єктом уваги В.Д. Сиротюка в його дослідженні «Комплексне використання засобів наочності на уроках фізики в 7–9 класах» [208]. Аналіз

теоретико-методичних аспектів використання графічного методу в шкільному курсі фізики під час дослідження природних явищ, розробка системи нових демонстрацій, дослідів, робіт фізичного практикуму з використанням саморобного пристрою для графічного запису деформації, що знайшли застосування під час вивчення явища деформації, сили пружності, графічного зображення сили, а також явища тертя, висвітлено у дисертації І.В. Сальник «Графічний метод дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики» [198]. Методичні підходи до застосування графічного методу в компетентнісному навчанні фізики основної школи під час вивчення кінематики, оптики, закону збереження енергії тощо розроблені К.В. Коваленко в дослідженні «Формування предметної компетентності учнів основної школи в процесі розв'язування фізичних задач графічним методом» [123].

Вагоме практичне значення для викладача фізики має дисертація А.В. Примакова «Графічний метод розв'язування фізичних задач» [185]. Автором запропоновано класифікацію фізичних задач, для розв'язування яких використовують графічний метод. Серед графічних методів розв'язування фізичних задач дослідник виділив метод динамічних малюнків, метод епюр, метод графічних оцінок, метод розгортки, метод дзеркальних відображень, метод площ, метод векторів, метод векторних діаграм, метод номограм. Таку класифікацію піддає сумніву І.В. Сальник вважаючи, що метод динамічних малюнків не є графічним методом розв'язування задач, бо графічний метод ототожнюється з поняттям функції. Інші – А.І. Шапіро, В.А. Бодик [241] навпаки розглядають його як оригінальний графічний метод розв'язування задач. З метою уточнення змісту ключового поняття дослідження останнє зумовило опрацювання словників іншомовних слів.

Зазвичай під графічним методом розуміють метод, переданий рисунком, кресленням, а не словом чи цифрами [225]. Під графічними вправами методисти розуміють креслення і рисунки різних приладів, тлумачення схем електричних кіл, різноманітних графіків [108]. Отже, робимо висновок про багатогранність змісту та функцій графічного методу, що стає підґрунтям для здійснення подальших наукових пошуків у напрямку виокремлення наявних та виявлення

нових підходів до формування предметної компетентності студентів з фізики з використанням графічного образу.

Компетентнісний підхід у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку передбачає володіння сукупністю знань про способи, засоби, правила відображення, збереження, передачі, перетворення інформації та робить акцент на їх застосуванні у розв'язанні різноманітних нагальних фізичних задач і життєвих ситуаціях. Серед способів подання технічної та технологічної інформації центральне місце займає графік функції. Використання графіків у навчанні фізики студентів техніко-технологічних спеціальностей передбачає реалізацію таких дидактичних функцій: зближення навчально-пізнавальної роботи з науковою; забезпечення професійної спрямованості освітнього процесу; урізноманітнення форм опрацювання та подання навчального матеріалу; розв'язання інтегративних завдань курсу фізики; стимулювання пізнавальних інтересів студентів; забезпечення індивідуалізації та оптимізації освітнього процесу на основі діяльнісного підходу.

С.П. Величко та І.В. Сальник важливу дидактичну цінність графіків вбачають у тому, що «вони сприяють розвитку наукового стилю мислення і спонукають до дослідження явищ і процесів з кількісного боку. Досить суттєвим є і той момент, що графік дозволяє виконати ряд додаткових розрахунків» [35, с. 143]. Л.І. Резніков, обґрунтовуючи доцільність використання графічного зображення в навчанні фізики, звертає увагу на те, що «графік не є додатковим навчальним матеріалом, а становить засіб з'ясування сутності питання (явища, процесу тощо), що вивчається» [193, с. 9]. С.П. Параскевич вважає графіки функцій твірними елементами графічних засобів навчання (ГЗН) та вказує на те, що графікам належить виняткова роль у цілісному усвідомленні предмета пізнання. На думку науковця, графіки «допомагають виділити його суттєві положення, нейтралізувати «розмивання» загального бачення взаємозв'язків, яке властиве вербальному викладу, а також розвивати навички опрацювання ущільненої інформації, формувати лапідарний стиль мислення та мовлення» [171, с. 2].

Однією з провідних та поширених у навчанні фізики форм подання та

реалізації графічного методу є побудова графічних моделей. Графічне моделювання в широкому змісті – це «метод дослідження об'єктів, явищ, властивостей, який використовує графіку (одновимірну або багатовимірну) для здійснення їх опису» [238, с. 101]. Використання графічного методу моделювання у фізичній освіті є необхідною умовою вивчення основ фізики; інтеграції фізичного знання в загальноосвітню, інформатичну, математичну і професійну підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. «Водночас графічне моделювання забезпечує дотримання дидактичних принципів наступності та послідовності в опануванні знанням і засвоєнні способів дій, формування цілісної системи природничо-математичних знань студентів» [72, с. 26].

Окремим теоретико-методичним питанням застосування графічного моделювання з використанням ІКТ в освітньому процесі присвячені дисертації Ю.В. Єчкало [90], Ю.О. Жука [102], Л.В. Ісичко [115], Н.Л. Сосницької [222]. Автор першої роботи, усвідомлюючи роль графічної наочності в навчанні фізики, пропонує створити на основі засобів ІКТ таке освітнє середовище, у якому освітній процес із інтерактивних моделей фізичних процесів зорганізується у форму навчальної дослідницької діяльності, яка «сприятиме підвищенню рівня розвитку інтелектуальних здібностей учнів, мотивації, оволодінню сучасними комп'ютерно-орієнтованими методами пізнання» [90, с. 6]. Л.В. Ісичко у своїй праці наголошує, що графічне моделювання супроводжує вивчення фізичних понять і законів (опрацювання нового матеріалу), розв'язування фізичних задач, виконання лабораторного дослідження. Крім цього, автор зазначає, що «графічна форма (графіки, малюнки, схеми тощо) фізичного явища/процесу у навчанні фізики дозволяє поєднати теоретичні та практичні методи наукового пізнання, встановити характер залежності між фізичними величинами, забезпечує розвиток інформаційно-аналітичних умінь студентів, підвищення рівня їх навчальних досягнень» [115, с. 8]. Графічна інтерпретація фізичних явищ (інтерференції, дифракції) на основі використання комп'ютерної техніки (імітаційне комп'ютерне моделювання) в шкільному фізичному експерименті з хвильової оптики стала предметом дослідження Н.Л. Сосницької [222]. Ю.О. Жук об'єктом наукових пошуків обрав використання

графічних уявлень функціональних залежностей як візуалізації математичної моделі у вигляді екранного образу при розв'язуванні задач з фізики [102].

Отже, графічний метод має широкий спектр застосування в освітньому процесі (див. додаток Б.2). Залежно від функцій у навчанні фізики графічний метод використовують як: засіб ілюстрації та комунікації (ілюстративна та інформаційна функції); лаконічного подання навчального матеріалу (компресійна функція); з метою розкриття і розуміння суті та усвідомлення характеру функціональних залежностей між фізичними величинами, екстраполяції та апроксимації одержаних результатів (дослідницька функція); активізації пізнавальної діяльності студентів (мотиваційна функція); узагальнення й систематизації знань (систематизуюча функція), передбачення розвитку фізичного процесу, явища (прогностична функція), встановлення зв'язків між елементами навчальної інформації (інтегративна функція) тощо [74; 87]. Серед функцій графічного методу у навчанні фізики – компенсаторна функція, яка полягає у подоланні обмеженості людських можливостей у пізнанні навколишнього світу. Так Е.-Ж. Марсє у книзі «*La méthode graphique dans les sciences expérimentales et principalement en physiologie et en médecine*» констатує, що перед наукою є дві сутнісні перешкоди, що заважають її прогресу: по-перше, дефект наших відчуттів під час розкриття й усвідомлення істини, по-друге – недосконалість мови у вираженні й передачі того нового, що отримано. Усунення цих перешкод, на думку вченого, можливе на основі «використання досконалих наукових методів, зокрема графічного» [260, с. 8]. До компенсаторної функції графічного методу варто звертатись також у випадку неможливості відтворити в умовах фізичної лабораторії освітнього закладу низки експериментів. «До таких експериментів, наприклад, відносять досліди Томсона з визначення питомого заряду електрона, досліди Кавендіша, Йоффе-Міллікена, Резерфорда, Франка і Герца, Штерна і Герлаха із взаємоперетворення частинок та ін. Проте вони добре підлягають математичному моделюванню, віртуальному зображенню» [22, с.58].

Очевидно, що реалізація графічного методу та його функцій у навчанні відбувається через графічні засоби навчання (додаток Б.2). Під останніми

розуміємо сукупність об'єктів як носіїв певного змістового навантаження на основі графічного образу, що виступають інструментом діяльності суб'єктів освітнього процесу, спрямованої на реалізацію певних освітніх завдань і досягнення компетентнісних результатів у навчанні. Аналіз наукових джерел [130; 170] дозволив виокремити ряд вимог, яким повинні відповідати графічні засоби навчання, а саме: виразність, лапідарність, універсальність, змістова однозначність, узагальненість, автономність, структурність, уніфікованість, що направлені на досягнення естетичної, функціональної й ергономічної доцільності подання інформації. До графічних засобів, які здатні суттєво підвищити результативність освітнього процесу, зокрема в навчанні фізики в коледжах, можна віднести різного роду схеми. Остання «дозволяє представити фізичний об'єкт у його структурі, окреслити зв'язки між його компонентами. Крім того, завдяки схемам у фізиці можна показати розвиток явища, змоделювати процес, у лаконічному вигляді відтворити зміст необхідної для опрацювання інформації, спланувати основні лінії розв'язку фізичної задачі» [84, с. 57]. Варто зазначити, що залучення засобів КГ до відтворення за допомогою схеми структурних компонентів фізичного знання (додаток Б.3) дає додатковий механізм впливу графічного методу на сприйняття студентами вагомої для них інформації та її перетворення у міцні знання.

Отже, з огляду на широкий клас навчально-пізнавальних завдань, які розв'язують у курсі фізики за допомогою графічного методу, вважаємо, що цілеспрямоване і послідовне опанування останнім виступає «необхідною умовою забезпечення фундаментальної наукової підготовки» [78, с. 101], формування у студентів предметної компетентності з фізики. На підставі узагальнення наукових джерел можна стверджувати, що завдяки значним дидактичним можливостям необхідність використання графічного методу у навчанні фізики на всіх рівнях освіти методично обґрунтована. Доцільність залучення графічного методу в освітній процес з фізики закладів вищої та фахової передвищої освіти у психології пояснюють особливостями студентського віку, зокрема виникненням у студентів критичного мислення. Так, А.О. Барвинський [10, с. 51] характеризує категорію

«студент» як таку, що має «високі показники уваги, високий рівень інтеграції різних видів мислення». На думку науковця, молоді притаманний гнучкий перехід від наочно-образного до абстрактно-логічного й навпаки.

У психолого-педагогічній літературі цінність графічного методу пов'язують з дидактичними принципами науковості та наочності. Принцип науковості навчання, насамперед, означає використання в освітньому процесі наукового знання та методів навчання, що за своїм характером наближаються до методів науки, основи якої вивчаються. Зазначимо, що навчити студента науково мислити можливо не лише під час виведення та аналізу певної формули, що виражає функціональну залежність між фізичними величинами, але й дослідженням цієї залежності за побудованим графіком (графоаналітичні вміння), що є особливо цінним у професійній підготовці. Власний педагогічний досвід викладання фізики підтверджує справедливості відомої «аксіоми» педагогіки – «чим абстрактніше поняття, тим більшої конкретизації воно вимагає», у тому числі й за допомогою графічної наочності. До того ж «одночасне використання декількох кодів спрощує розуміння фізичного закону, сприяє перекодуванню його на вербальному рівні, що є необхідною умовою формування теоретичного мислення студентів, позбавленого механічного заучування, та дозволяє відділити формальні та змістові аспекти фізичного знання» [147, с. 9]. Підтримуючи позицію А.В. Примакова про «триєдиний підхід» у навчанні фізики, яке повинно здійснюватись словом, формулою, графіком, вважаємо, що саме такий підхід (під час залучення всіх вищих психічних функцій людини) сприятиме переробленню навчальної інформації студентами на всіх кодах: вербальному, знаковому, змістовому. Таким чином, можна констатувати, що визнання вченими вищезазначеного феномену в освіті спонукали їх до пошуку нових технологій у навчанні, які б об'єднали різні форми подання інформації, активізуючи підсвідомі механізми її перероблення [66; 69]. Так, автор технології укрупнення дидактичних одиниць (УДО) П.М. Ерднієв, описуючи необхідність введення графічної наочності спирається на те, що «рисунки (креслення, графік, схема) розвантажують апарат логіки та вмикають особливі механізми цілісної переробки

інформації. Використання графічної наочності збільшує певним чином пропускну здатність мозку, пришвидшує перебіг на цій базі складних логічних міркувань, що в умовах невпинно зростаючого інформаційного навантаження є надзвичайно актуальним» [249, с. 122].

Варто зазначити, що результати наукових досліджень щодо реалізації графічного методу та графічних засобів знайшли втілення в сучасних підручниках і навчальних посібниках з фізики для закладів загальної середньої освіти [11; 129; 209; 233]. Водночас спостерігається недостатня увага науковців до цього питання стосовно освітнього процесу з фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку. Аналіз єдиного чинного навчального підручника з фізики для ЗВО I–II рівнів акредитації за авторством М.В.Андріяшика [2] виявив, що автор зробив акцент на застосуванні графічного методу під час розв’язування задач і подання теоретичного матеріалу лише в механіці. І якщо на етапі здобуття повної загальної середньої освіти розвиток предметної компетентності студентів коледжів техніко-технологічного напрямку можна забезпечити, використовуючи чинну теоретичну і методичну базу сучасної шкільної фізичної освіти, то на етапі професійної підготовки методика навчання фізики потребує модернізації.

Таким чином, зазначене вище дозволяє стверджувати, що графічний метод є неодмінним елементом і важливим засобом формування предметної компетентності з фізики, а отже й загальної професійної компетентності, майбутніх фахівців. Зауважимо, що саме у період навчання в коледжі є всі передумови для успішного його використання: сформовані у студентів математичні вміння й навички, інформатична обізнаність, психологічна готовність. Усвідомлюючи, що система психолого-педагогічних і методичних впливів на процес становлення та розвитку особистості майбутнього фахівця у цей період має бути специфічною та істотно відрізнятися від традиційних для закладів загальної середньої освіти підходів, вважаємо за необхідне опанування інноваційними інструментами пізнання фізичної реальності, зокрема сучасними ІКТ та системами КГ, які сприятимуть формуванню їх предметної та професійної компетентності. Це означає, що застосування графічного методу у навчанні

фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку має відбуватися з урахуванням рівня та методології фізичної науки, сучасних досягнень психолого-педагогічних наук і широких дидактичних можливостей інформаційно-комунікаційних технологій та систем КГ.

Реалізація стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні передбачає широке впровадження ІКТ в усі сфери життєдіяльності людини, у тому числі культуру та освіту [188; 189; 190]. Відомо, що поняття «технологія» виникло (грец. *techne* – мистецтво, майстерність і *logos* – слово, вчення) у зв'язку з технічним прогресом [256]. Під ІКТ розуміють «сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збирання, обробки, зберігання, поширення, відображення і використання інформації в інтересах її користувачів» [64, с. 346]. ІКТ навчання, як зазначив Ю.В.Триус, «включаючи комп'ютер як засіб управління навчально-пізнавальною діяльністю, являють собою сукупність комп'ютерно-орієнтованих методів, засобів та організаційних форм навчання» [231, с. 8]. Опрацювання сучасної навчально-методичної літератури з інформаційних технологій [112; 113] дозволили нам виокремити апаратні та програмні засоби й методи ІКТ, які доцільно використовувати у навчанні фізики (додаток В.1).

Вивчення стану розробленості проблеми впровадження ІКТ в освітній процес показало, що вона виступає предметом числених наукових досліджень. Вагомий внесок у розробку концепції інформатизації освіти та формування інформаційного освітнього простору України внесли: В.Ю. Биков [17], Р.С. Гуревич [56], Ю.О. Жук [103], А.М. Коломієць [127], Л.Л. Макаренко [143]. Дидактичні та методичні аспекти використання ІКТ у навчанні природничо-математичних дисциплін досліджували: М.С. Головань [42], Ю.В. Горошко [49], Ю.О. Єфименко [88], Ю.В. Єчкало [89; 91], М.І. Жалдак [92; 94], Ю.О. Жук [99], О.І. Іваницький [111], Н.М. Кіяновська [121], К.І. Словак [215], О.М. Соколюк [218], І.О. Теплицький [91], Ю.В. Триус [230]. Проблема віртуалізації навчального середовища розкрита у наукових працях А.Н. Петриці [173], І.В. Сальник [199]. Загальні принципи використання ІКТ у навчанні фізики в закладах вищої та

професійно-технічної освіти обґрунтовано у наукових працях О.П. Бендеса [13; 14], С.П. Величка [31], А.М. Гуржія [114], М.І. Жалдака [93], А.В. Касперського [118], О.С. Мартинюка [145], Н.Г. Ничкало [163], В.П. Сергієнка [205], О.С. Требик [229], В.Д. Шарко [244], О.В. Школи [246], М.І. Шута [205]. Питання вдосконалення навчального фізичного експерименту засобами ІКТ розглядалося в дослідженнях Ю.П. Бендеса [14], С.П. Величка [33], М.В. Головка [43], О.М. Желюка [97], Ю.О. Жука [100], В.Ф. Заболотного [106], А.В. Лаврової [106], О.С. Мартинюка [144], А.Н. Петриці [172], Д.А. Покришня [180], А.М. Сільвейстра [212], Н.Л. Сосницької [222; 223].

Завданням створення сучасного навчального обладнання у поєднанні із засобами ІКТ опікується започаткований у січні 2018 року при кафедрі фізики і методики викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка науковий центр розробки лабораторних комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання фізики, що працює на основі спільної угоди з Інститутом інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Наукову роботу центру очолює доктор педагогічних наук, професор С.П.Величко, під керівництвом якого працюють І.В. Сальник, Е.П. Сірик, Д.В. Соменко, О.О. Чінчой, О.В. Волчанський та інші. Завданнями наукового центру є розробка, апробація та виявлення ефективності комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання (включно електронних ресурсів) у процесі вивчення природничих дисциплін у закладах загальної середньої та вищої освіти. Науковцями центру створено понад сорока навчальних приладів і їхніх комплектів, серед яких: універсальна оптична міні-лава; установка для вивчення вимушеного випромінювання в He-Ne суміші; комплект для вивчення рідких кристалів тощо. До такого обладнання було подано навчально-методичні матеріали і програмно-педагогічне забезпечення.

Впровадження ІКТ в освітній процес є актуальним питанням не тільки в межах вітчизняної освіти, його вирішення – досить непроста задача і для європейської освіти, про що свідчать офіційні документи та доповіді міністрів освіти європейських країн [37; 255; 261]. Сучасна система освіти, на думку

О.П. Кивлюк, завдяки ІКТ забезпечує умови для якісної теоретичної та практичної підготовки й формування «розвиненої, самодостатньої, творчої особистості, здатної приймати оптимальні рішення в складних умовах» на будь-якому етапі життя в різних його сферах [119, с. 17]. І з цим важко не погодитися.

Аналіз джерельної бази дослідження виявив однакову думку вчених з приводу місця ІКТ в освітньому процесі закладів фахової та загальної середньої освіти. Так, Ю.І. Бадаєв [7], І.Т. Богданов [23], С.П. Величко [30], О.О. Гокунь [166], М.І. Жалдак [166], Ю.І. Машбиць [166], М.О. Роздобудько [194] вказують що, ІКТ розширюють способи та форми представлення навчальної інформації, розкривають її практичну значущість; забезпечують якісний контроль засвоєння знань; посилюють мотивацію; формують рефлексію, відкривають значні резерви підвищення ефективності й результативності освітнього процесу. Тому обов'язковою умовою формування в коледжі компетентної особистості, яка володіє комплексом необхідних якостей для досягнення нею життєвого й професійного успіху, є знання, вміння та навички застосування сучасних ІКТ в освітній діяльності та в повсякденному житті. Підтримуючи думки вчених вважаємо, що впровадження засобів і методів ІКТ в освітній процес з фізики коледжів техніко-технологічного напрямку, по-перше, уможливило проникнення в суть фізичних явищ, процесів, надаючи результатам навчання практичної спрямованості; по-друге, створює умови для задоволення інтелектуальних потреб студентів; по-третє, забезпечує індивідуалізацію навчання, його наступність та сприяє оптимізації процесу навчання фізики, в тому числі й через персональну віртуальну взаємодію студента та викладача.

Звернімо увагу на те, що ІКТ постають для студента інструментом подолання негативного відношення до навчання, оскільки однією з найцінніших властивостей комп'ютеризованого навчання є діалогічна форма, «провідний чинник розвитку та формування особистості» [75, с. 185], взаємодії суб'єкта освітнього процесу з комп'ютером, що дозволяє використовувати комп'ютерну техніку в навчанні як помічника, радника і партнера. До того ж ІКТ «не є простим додатком до наявної системи засобів навчання фізики, вони вносять

суттєві зміни в усі компоненти освітнього процесу: зміст, методика, форми, прийоми і засоби навчання. Отже, удосконалення методів вивчення фізики засобами ІКТ є серйозною альтернативою класичному підходу до їх розвитку» [34, с. 25]. За цих обставин подолання фрагментарності у використанні графічного методу в навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку в його сучасному розумінні набуває першочергового значення.

Дослідження сучасного стану та перспектив розвитку ІКТ дозволило зробити висновок, що в авангарді якісного оновлення засобів та методів навчання фізики, формування навчально-методичної та матеріально-технічної бази нового покоління, стоять графічно-інформаційні технології. О.Г. Глазунова визначає графічно-інформаційну технологію навчання як таку, що «використовує засоби КГ для наочного подання навчальної інформації та управління навчально-пізнавальною діяльністю студентів» [40, с. 5]. «Робота з комп'ютерною графікою – це один з найпоширеніших напрямів використання комп'ютерної техніки, оскільки має втілення в будь-якій сфері людської діяльності. Сучасні інформаційні технології без застосування КГ, як правило, мають дуже незручний інтерфейс і не надають необхідної глибини розуміння представленої інформації» [7, с. 72].

У новітній навчально-методичній літературі існує декілька альтернативних визначень КГ, зокрема: «сукупність засобів, методів і технологій взаємодії користувача з комп'ютером під час розв'язування різноманітних задач на рівні зорових образів або графічних зображень» [164, с. 5]; «область інформатики, що займається методами створення і редагування зображень за допомогою комп'ютера, називають комп'ютерною графікою» [107, с. 5]. У Державному стандарті України ДСТУ 2939–94 дається таке визначення: «комп'ютерна графіка – це сукупність методів і способів перетворення за допомогою комп'ютера даних у графічне зображення і графічного зображення у дані» [112, с. 484].

Таким чином, у КГ основним об'єктом є графічний образ (графічне зображення), а саме: фотографії, креслення, графіки, діаграми, номограми, схеми, відео образи, графи тощо, тобто та інформація, яка представлена графічними методами та засобами. Для створення графічних зображень залучають весь

напрацьований арсенал методів і засобів інформатики, технічної графіки. Розрізняють наукову, ілюстративну, художню, ділову, конструкторську КГ, мультимедіа, комп'ютерну анімацію [48]. Програмними засобами КГ є графічні редактори (прикладні програми), що дозволяють працювати на екрані комп'ютера, графічного планшета з графічними зображеннями для подальшого їх використання. Серед програмних засобів КГ – конструкторські та дизайнерські системи (CorelDRAW, 3dMax, Компас тощо). Прикладні програмні засоби ділової, ілюстративної та наукової графіки включають: системи комп'ютерної математики; кросплатформенні графічні редактори; вбудовані графічні редактори, що входять до складу електронних таблиць тощо. Так, «основними класами систем наукової комп'ютерної графіки є системи розв'язування науково-технічних задач (Mathcad, MatLab, Mathematica, Maple, Statistica, StatGraphics Plus та ін.)» [146 с. 22]. «До методів КГ належать: візуалізація; проектування; кодування інформації; моделювання» [79, с. 201]. Згідно з цим, було з'ясовано, що сучасний рівень розвитку технічних засобів зумовлює широкий діапазон напрямів застосування в сучасному суспільстві КГ і програмних засобів, які її забезпечують (додаток В.2). Щодо освітньої сфери, то КГ використовують в усіх наукових та інженерних дисциплінах для візуалізації та передачі інформації, «відтворення конструктивних особливостей об'єктів, розкриття найвагоміших аспектів фізичних явищ та процесів тощо» [56, с. 201]. «Оперуючи всіма формами і видами представлення зображень, комп'ютерна графіка дозволяє значно збільшити швидкість передачі інформації, а також покращити рівень її розуміння. Засоби комп'ютерної графіки, маючи вагому дидактичну цінність, розвивають образне мислення, яке, як відомо, є необхідною умовою для розвитку творчого» [41, с. 163]. Вказуючи на винятковість КГ для вивчення фізики, Ю.Л. Ягупець зазначила, що «графічний метод у поєднанні з можливостями комп'ютерної техніки дасть потужний арсенал засобів навчання фізики» [251, с. 191]. Так, одночасне розв'язання механічних задач аналітично і графічно з використанням комп'ютерної графіки табличного редактора Microsoft Excel уможливило підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу (додаток В.4) [81].

У навчанні фізики для відтворення механізмів протікання фізичних явищ і процесів, створення об'ємних моделей об'єктів, поєднання в одному документі КГ та аудіоефектів використовують презентаційну графіку, комп'ютерну анімацію, 3D графіку та мультимедіа. Методичні аспекти застосування зазначених видів КГ у формуванні предметної компетентності студентів достатньо широко висвітлені в публікаціях і наукових дослідженнях [63; 71; 73; 105; 155; 158; 159; 176]. Не менш корисним для вирішення різних освітніх задач (для виділення найбільш важливих даних, ознайомлення студентів з технічним пристроєм, його роботою, узагальнення здобутих знань тощо) є новітній вид графічного дизайну – інфографіка [36; 170; 250]. У навчанні фізики функціональним елементом експериментального дослідження, яке проводиться за допомогою цифрового лабораторного обладнання або на основі віртуального програмного забезпечення, постає графічний лабораторний інтерфейс. Для відтворення функціональних залежностей між фізичними величинами, впровадження об'єктів різних типів (формул, таблиць, діаграм, креслень тощо), оформлення тексту, вставки рисунків, рамок до складу практично всіх сучасних програмних продуктів входять підсистеми комп'ютерної графіки: графічні редактори, диспетчери рисунків, графічні елементи WordArt та інші. Слід зазначити, що за умов популяризації наукового знання закономірним постає перехід від ілюстративної функції КГ до когнітивної. Серед методів когнітивної графіки найбільше поширення у навчанні фізики знайшов метод майндмеппінгу, який дозволяє створювати Mind map (інтелект-карти або ментальні карти для запам'ятовування значних обсягів інформації, проведення презентацій, рефлексії тощо) [238, с. 88]. Особливим напрямом когнітивної графіки, яка ґрунтується на автоматичній генерації зображень внаслідок математичних розрахунків є фрактальна графіка [149]. До зручних освітніх інструментів динамічної візуалізації, що відтворюють хронологію подій у просторі та часі відносяться таймлайни. Останнім часом у зв'язку з осучасненням методики проведення лекційних занять з'явився новітній напрям застосування КГ – скрайбінг. Під скрайбінгом розуміють «графічний супровід доповіді, лекції, подання інформації тощо, що проводиться за допомогою традиційних та інноваційних

інструментів» [121, с. 153]. Однією з останніх знахідок сучасних інформаційних технологій є AR-технології [98], що мають безпосереднє відношення до КГ та в майбутньому будуть впливати на весь освітній процес, змінивши відношення до передачі, обробки та аналізу інформації. Напрями застосування КГ в освіті на основі врахування їх функцій (мотиваційної, ілюстративної, інформаційної, компресійної, компенсаторної, інтегративної, прогностичної, систематизуючої, дослідницької) та засоби їх реалізації подано в додатку В.3.

Підсумовуючи, зазначимо, що в системі освіти має відбутися зміна традиційної парадигми, що не відповідає запитам молоді, на інноваційну, яка передбачає введення в освітній процес принципів інформатизації та технологізації, вдосконалення методології та розробки нової стратегії навчання, зокрема із залученням сучасних комп'ютерних графічно-інформаційних технологій.

1.3. Методичні засади формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки

З урахуванням наведених у п.1.2 переліку методів і засобів КГ проаналізуємо останні більш детально стосовно можливостей їх впливу на формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, що дозволить визначити оптимальні та ефективні сучасні дидактичні засоби у навчально-пізнавальній діяльності майбутніх фахівців. Як було зазначено раніше моделювання у навчанні одночасно розглядають як метод, так і засіб пізнання, що передбачає дослідження певних об'єктів, явищ, процесів через їхні аналоги – моделі для вирішення поставленої задачі. Принцип моделювання, що має метапредметний характер, завдяки комп'ютерній підтримці отримав подальший розвиток і набув нового змісту в освіті за рахунок використання керованих комп'ютерних динамічних моделей. Комп'ютерні моделі, на нашу думку, мають низку переваг у порівнянні з традиційними речовинними моделями. Їх можна зіставити за доступністю, якістю

і ступенем формалізації та взаємодії з об'єктом, за методами роботи, можливістю відображення фізичних явищ і процесів, рівнем віртуалізації (див. додаток В.5).

Проведене порівняння традиційних та комп'ютерних моделей дає нам підстави стверджувати, що комп'ютерні моделі завдяки високій якості, мобільності доступу, інтерактивності, віртуалізації, автоматизації керування та необмеженості ресурсів візуалізації набувають особливої цінності під час навчання, оскільки за ступенем впливу на студента вони набагато перевершують інші засоби. Варто зазначити, що серед навчальних комп'ютерних моделей найчастіше виділяють графічні, анімаційні, табличні, геометричні і математичні. Відомо, що основна цінність комп'ютерного моделювання у навчанні фізики полягає в його інтерактивності – можливості безпосереднього діалогу в системі «комп'ютер – користувач» під час роботи з моделями. Тому комп'ютерне моделювання в освіті стало предметом системних досліджень А.В. Антонця (моделювання механічного руху тіла засобами Mathcad) [235; 236], І.М. Горди (моделювання в середовищі Excel) [47], В.П. Дьяконова (моделювання в середовищах Mathcad, Matlab, Simulink, Maple) [62], Р.В. Майєра (моделювання фізичних задач в Excel, Mathcad) [142], С.В. Поршнева (моделювання в MATLAB, Mathcad) [181; 182], Ю.В. Триуса (використання систем навчання математичних дисциплін Reduce, Maple V, Mathematica) [231], Л.О. Флегантова (моделювання механічного руху тіла засобами Mathcad) [235; 236], О.Г. Ясева (моделювання технічних систем за допомогою Mathcad) [253]. Створенню і впровадженню моделюючого навчального середовища програми GeoGebra в освітній процес професійної підготовки майбутніх фахівців приділили увагу О.О. Гриб'юк [52], М.Г. Друшляк [204], О.В. Семеніхіна [204], В.Л. Юнчик [52], дослідженню застосування математичного пакета GRAN у навчанні фізики та математики присвячені праці С.П. Величка [30; 214], Ю.В. Горошка [50], М.І. Жалдака [96], Ю.К. Набочука [96], Д.А. Покришня [179], В.М. Ракути [191; 192], І.В. Сальник [200], І.Л. Семещука [96], Ю.І. Сінька [213], О.В. Слободяник [214].

На наш погляд, комп'ютерні графічні анімаційні моделі можна з успіхом використовувати в компетентнісному навчанні з фізики у коледжах техніко-

технологічного напрямку, що сприятиме формуванню у студентів усіх компонентів предметної компетентності. Наприклад, анімація здатна відтворити динамічну картину фізичного явища або процесу. Така модель може бути використана для візуалізації навчального матеріалу, формулювання дослідницької проблеми, розв'язування задач, виконання лабораторного експерименту тощо. Водночас доповнення анімації графіком, як кількісної характеристики взаємозв'язку між фізичними величинами дозволить дати якісну оцінку досліджуваного явища або процесу, виділити його суттєві ознаки. Отже, подання навчального матеріалу за допомогою комп'ютерної графічної анімації, на наш погляд, залучає всі резерви сприйняття студентами інформації, а можливість інтерактивної взаємодії суб'єктів навчання з анімаційною моделлю сприяє більш глибокому аналізу об'єкту дослідження, робить її привабливою для студентів, які звикли до використання сучасних гаджетів, Інтернету, електронних підручників тощо.

Використання у навчанні методу моделювання за допомогою прикладних програмних засобів наукової комп'ютерної графіки Mathcad, GeoGebra, Electronics Workbench, TinkerCAD, Matlab, GRAN, Maple, Derive, Mathematica, MS Excel, Simulink відкриває нові дидактичні можливості підвищення якості освітнього процесу. У формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку достатньо ефективними, на нашу думку, є такі середовища візуалізації та моделювання: GeoGebra (система динамічної математики), СКМ Mathcad, ППЗ GRAN. Незважаючи на значний досвід використання в освіті зазначених програмних засобів, їх потенційні можливості залишаються невичерпаними і вимагають дослідження на предмет формування когнітивного, діяльнісного та особистісного компонентів предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. У зв'язку з цим перед нами постало завдання аналізу та визначення методичних засад використання вказаних комп'ютерних графічних засобів у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

Вибір програми GeoGebra для створення комп'ютерних графічних моделей у навчанні фізики в коледжі техніко-технологічного напрямку, обґрунтовуємо його

потужними функціональними та дидактичними можливостями візуалізації, здатними забезпечити вивчення фізики на основі графічного комп'ютерного моделювання, а також вільним доступом до ресурсу. GeoGebra, по-перше – це відкрита кросплатформенна програма, яка постійно оновлюється. На Україні та за кордоном створені спільноти для обміну досвідом щодо використання GeoGebra в освіті [259]. По-друге, програмне забезпечення GeoGebra поєднує особливості комп'ютерної алгебри (CAS), інтерактивної геометрії (IGS), 3D графіки та електронних таблиць. По-третє, GeoGebra здатна підтримати дистанційне навчання, можливість студентів «під керівництвом викладача самостійно обирати траєкторію навчання» [258, с. 55]. Разом з тим зазначене середовище відзначається інтегративністю, зручним графічним інтерфейсом, доступністю маніпулювання зображуваними об'єктами, наявністю протоколу дій, можливістю отримання 3D зображення та налаштування мови інтерфейсу програми, раціонального поєднання з традиційними засобами навчання тощо. GeoGebra дає змогу створювати динамічні веб-сайти HTML з інтерактивними зображеннями. Вона зрозуміла для більшості вчителів/викладачів та студентів і не потребує знання основ програмування, працює як з персональних ЕОМ, так і смартфонів. Необхідно зазначити те, що «програма має широкий набір інструментів для створення динамічних комп'ютерних моделей, математичних об'єктів, які дозволяють її ефективно використовувати не тільки для розв'язування задач, а й для організації евристичного особистісно-орієнтованого навчання, формування у студентів умінь і навичок пошуково-дослідницької діяльності, розвитку творчих здібностей, створення динамічних наочних посібників, автоматизації процесу складання навчальних вправ і завдань, створення тренажерів тощо» [192, с. 102]. Власний педагогічний досвід свідчить, що робота з графічними анімаційними моделями, розробленими на основі кросплатформенної програми GeoGebra, активізує розумову діяльність студентів на всіх кодах сприйняття інформації, підвищує якість та рівень засвоєння навчального матеріалу завдяки можливості його «оживити» за допомогою растрової графіки; посилює пропускну здатність мозку та сприяє формуванню предметної компетентності з фізики.

До програмних засобів, призначених «для розв'язування наукових, інженерних, навчальних задач, наочної візуалізації даних, зручних засобів математичних обчислень» [213, с. 274], відносять систему комп'ютерної математики (СКМ) Mathcad. «Завдяки потужній графіці, засобам візуального програмування і застосування техніки мультимедіа роль СКМ далеко виходить за межі тільки математичних розрахунків. Вони широко використовуються в освіті як потужні інструментальні засоби для підготовки електронних уроків, курсів лекцій та електронних книг з динамічними прикладами, які учень сам може змінювати та виконувати навчальні дослідження» [213, с. 274].

Універсальний математичний пакет Mathcad має зручний інтерфейс, зв'язок з різними видами електронних документів, можливості експорту та імпорту даних, об'єднує в собі функції програмних засобів математичної підтримки, комп'ютерної графіки та містить вбудовану мову програмування. У коледжах технічного і технологічного напрямів використання цього математичного пакета має інтегративну значущість, оскільки опирається на знання, які здобувають студенти під час вивчення інформатики та комп'ютерної техніки, дисциплін природничо-математичного циклу, актуалізує ці знання, сприяє утворенню стійких міжпредметних зв'язків. Разом з тим застосування ресурсів комп'ютерної системи Mathcad у навчанні фізики дозволить [74, с. 50]: «змістити акценти з інформаційно-педагогічної діяльності викладача на користь пошуково-дослідницької діяльності студента; збільшити частку задач на побудову графічних та математичних моделей фізичних явищ і процесів; забезпечити формування сучасного стилю наукового мислення, зближення природничо-математичної підготовки та інформаційного й інформатичного знання». До цього додамо можливість за допомогою системи Mathcad значно підвищити результативність навчальної діяльності студентів; реалізувати індивідуальний підхід; оптимізувати об'єм навчальної інформації та полегшити проведення математичних обчислень. На думку вітчизняних учених-методистів, використання СКМ «дає змогу досягти високого рівня інтелектуальної діяльності, саморозвитку особистості; автоматизувати виконання не лише чисельних, а й аналітичних (символьних) обчислень і графічних побудов;

позбутися необхідності витратити аудиторний час на набуття навичок обчислень, які можна виконати за допомогою комп'ютера» [104, с. 84].

Отже, програмний засіб Mathcad будемо розглядати як поліфункціональне діяльнісне навчальне середовище, яке здатне забезпечити формування предметної компетентності з фізики в цілісній системі підготовки студентів техніко-технологічних спеціальностей. У контексті нашого дослідження середовище комп'ютерної математики забезпечуватиме візуалізацію навчальної інформації, розв'язання задач проблемного характеру, графічне моделювання фізичних явищ і процесів, виконання лабораторного практикуму. Слід підкреслити, що комп'ютерна система Mathcad дозволяє докорінно змінити відношення студентів до виконання лабораторного експерименту з фізики, акцентувати увагу студентів на важливості методологічних знань у науковому пізнанні й навчанні.

У зв'язку з технологізацією суспільства сучасні тенденції в освіті передбачають зміщення акцентів з вербальної форми передачі навчальної інформації на емоційно насичену візуальну форму комунікації як між суб'єктами освітнього процесу, так і між ними та засобами інформаційних технологій. В організації компетентнісно зорієнтованого навчання фізики із залученням систем КГ у коледжах техніко-технологічного напрямку (цикл природничо-наукової підготовки) знайомство студентів із графічними системами, на нашу думку, варто починати з нескладних предметно-орієнтованих прикладних програм. З огляду на це нашу увагу привернули графічні засоби вітчизняних програмних продуктів GRAN1, GRAN-2D, GRAN-3D, під які розроблена методична система навчання математики у загальноосвітній школі [92; 96] та які частково забезпечують підтримку фізики. Спроби повноцінно залучити ці програмні продукти до компетентнісного навчання фізики, на жаль, мають епізодичний характер. А їх адаптація до освітнього процесу в коледжах технічного і технологічного напрямку взагалі не розглядалася, тоді як застосування ППЗ GRAN на етапі первинного знайомства студентів із засобами КГ як інструментом вивчення фізики матиме виняткову користь, незважаючи на його «елементарність» і деяку «застарілість».

Під час роботи з програмним засобом GRAN студенти знайомляться з функціями систем КГ, методами та способами їх використання у навчанні фізики, вчать будувати та аналізувати комп'ютерні моделі фізичних явищ і процесів, тим самим набуваючи навичок перенесення знайомих способів діяльності (побудова графіків, їх інтерпретація тощо) у нові педагогічні умови. Така діяльність студентів коледжів техніко-технологічного напрямку забезпечує формування складників предметної компетентності з фізики та готовності до реалізації одержаних знань під час користування більш складними програмними засобами. За допомогою ППЗ GRAN можна вирішити досить широкий клас освітніх завдань з фізики, а саме: розвиток здатності студентів до аналізу проблемної ситуації, вибору раціональних шляхів її розв'язання з позицій фізичної науки, формування комп'ютерної грамотності та інформаційної культури, становлення особистісних якостей (світоглядних уявлень, морально-вольових якостей тощо) молодшої людини.

Оскільки фізика – наука експериментальна, обов'язковою передумовою отримання студентами якісних знань є забезпечення освітнього процесу відповідними навчально-методичними (підручники, навчальні посібники, методичні рекомендації) та матеріально-технічними ресурсами (сучасним демонстраційним і лабораторним обладнанням). Серед цифрових фізичних лабораторій, які поширені в освітніх закладах України, можна виділити лабораторні комплекси «Einstein», «LabDisc», «Архімед», «L-мікро», «NOVA 5000», «COBRA» виробництва компанії RHYWE. Кожна з них має спеціалізоване предметно-орієнтоване програмне забезпечення. На базі Шосткинської спеціалізованої школи-ліцею I–II ступенів Сумської області діє цифровий лабораторний комплекс з фізики Register Data Logger, який складається з електричного вимірювального блоку (реєстратора) на 4 входи з можливістю введення цифрового та аналогового сигналів, набору датчиків та програмного пакету Register iLab [53]. Такий лабораторний комплекс забезпечує проведення фізичного експерименту згідно вимог навчальної програми як загальноосвітньої школи, так і в коледжах. У зв'язку з цим Register Data Logger був задіяний нами в

освітньому процесі з фізики студентів техніко-технологічних спеціальностей для демонстрації фізичних явищ і процесів. «Зазначена лабораторія дає можливість досягти максимальної самостійності під час виконання студентами лабораторного експерименту завдяки автоматизації зібрання, обробки експериментальних даних та збереження їх з наступним відтворенням, а також підтримки бездротового з'єднання» [70, с. 152]. «Принагідно потрібно відзначити зручний у використанні інтерактивний графічний інтерфейс програми Register iLab, який допомагає у вирішенні наступних задач: вивченні фізичних явищ і процесів на основі графічного образу, підкріпленого пов'язаними з ними числовими даними; обробці та аналізу результатів експерименту тощо» [82, с. 205].

Паралельно з інтерактивними графічними моделями фізичних явищ і процесів у навчанні фізики, на наш погляд, має сенс користуватися інфографікою та Mind map, які дозволяють привернути увагу глядача; зробити інформацію більш доступною, зменшити кількість часу, необхідного користувачу для сприйняття даних; уявити контекст і відобразити дані в порівнянні один з одним; забезпечити запам'ятовування ключового послання. До функцій, які можуть виконувати інфографіка та Mind map в освітньому процесі, науковці відносять: презентаційну, інформаційну, пояснювальну, переконувальну, реконструвальну, прогнозувальну, організаційну тощо [170, с. 123]. Сучасні вчителі та викладачі у вигляді інфографіки мають креативні засоби професійної діяльності, для створення яких існує достатньо інструментів як безкоштовних, так і умовно безкоштовних: <https://www.easel.ly>, <https://www.canva.com>; <https://creatly.com>. Для конструювання Mind map користуються прикладними програмами. Шаблони та поради по створенню Mind map можна знайти на веб-сайті https://www.canva.com/ru_ru/grafiki/intellekt-karty/.

Отже, важливим чинником на шляху отримання якісної фізичної освіти в сучасному коледжі є забезпечення сприятливого середовища для навчання майбутніх фахівців, що інтегрує традиційні методи, зокрема графічний, та новітні інформаційні технології. До наріжних проблем, виявлених нами у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, можна віднести:

а) збільшення розриву між рівнем фізичних знань випускників закладів загальної середньої освіти та вимогами до професійної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, яка спирається на фізичну складову освіти та новітні надбання ІКТ; б) брак базової та навчально-методичної літератури, електронних освітніх ресурсів, які забезпечують досягнення визначеної освітніми стандартами якості природничо-наукової підготовки у коледжах в умовах зростання ролі сучасних ІКТ і, зокрема, ресурсів графічних комп'ютерних технологій у науковому пізнанні й навчанні; в) слабка сформованість математичних умінь, навичок і способів оперування графічними формами інформації абітурієнтів коледжів; г) слабка розробленість комп'ютерно-орієнтованих форм організації дослідницької та експериментальної діяльності, що створюють умови для задоволення інтелектуальних потреб студентів коледжів техніко-технологічного напрямку й сприяють формуванню в них цілісних системних знань; д) недостатня обізнаність викладачів фізики зі станом сучасних комп'ютерно-графічних технологій, їх програмно-апаратним забезпеченням та можливостями його використання в освітньому процесі; ж) недостатня розробленість методичних засад використання ресурсів систем комп'ютерної графіки у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

Для оцінювання стану та перспективи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ на констатувальному етапі експерименту нами проведено анкетування (Додаток В.6), у якому брали участь студенти закладів освіти, що увійшли до експериментальної бази дослідження. Результати анкети засвідчили таке:

1. 60% студентів правильно розуміють поняття «комп'ютерна графіка»; 5% студентів зв'язують КГ з поданням навчальної інформації, решта – ототожнюють КГ з відтворенням на комп'ютері реальних об'єктів; 67% опитаних вважають, що майбутні фахівці техніко-технологічного напрямку мають володіти засобами КГ, 33% – не змогли визначитися;

2. 50% респондентів відносять вміння користуватися ресурсами КГ до

факторів, які сприяють становленню професійно важливих якостей. Водночас 32% – вважають, що засоби КГ є помічником у формуванні знань, умінь і навичок під час навчання в коледжі, решта – зв'язують їх використання із задоволенням власних пізнавальних інтересів. Тому майже 70% студентів віддають перевагу програмним засобам КГ під час побудови графіків, креслення деталей машин та механізмів і лише для 22% опитаних олівець і лінійка є основними інструментами візуалізації даних, 8% – користуються обома інструментами; студенти користуються ресурсами КГ тільки під час занять з «Інженерної графіки».

4. Чинниками, які заважають студентам користуватись КГ у навчанні, для 50% респондентів є відсутність знань і досвіду використання ресурсів КГ, для 34% студентів – брак відповідного програмного забезпечення, 16% опитаних стверджують, що в них відсутній інтерес до застосування КГ у навчанні;

5. 58% студентів за запропованою шкалою (5 рівнів) на «1–3» оцінили власне вміння користуватися під час розв'язування навчальних задач програмними ресурсами КГ, 42% – вважають, що їх вміння відповідають рівню «4».

Зазначене вище зумовлює необхідність розв'язання у навчанні фізики в коледжах такої суперечності: між психологічними й фізіологічними можливостями студентів, яким притаманне критичне мислення і для яких стають доступними більш ускладнені пізнавальні завдання, та традиційними методами та засобами навчання фізики. Отже, виявлені проблеми дали змогу дійти висновку про недостатню розробленість науково обґрунтованих методичних підходів до формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ. Це викликало нагальну потребу в окресленні відповідних засадничих положень як основи проектування та розробки методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного профілю з використанням систем КГ. Перейдемо до їх розкриття.

Головним стратегічним завданням у розробці та реалізації методичної системи є забезпечення якості фізичної освіти, прогнозованих освітніх результатів студентів відповідно до вимог державних стандартів. Формування предметної

компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку має здійснюватися з урахуванням ролі графічного методу пізнання та сучасних ІКТ у навчанні та майбутній професійній діяльності на засадах системності й наступності у використанні засобів комп'ютерної графіки для досягнення професійної спрямованості освітнього процесу в коледжі, реалізації у навчанні компетентнісного, особистісно зорієнтованого, діяльнісного, інтегративного й синергетичного підходів, розвитку у студента здатності до оцінювання власних дій, вільного усвідомлення вибору засобів пізнання, формування важливих професійних якостей особистості. Використання систем КГ у компетентнісному навчанні фізики студентів коледжів має спиратися на основні функції графічного методу (мотиваційну, ілюстративну, інформаційну, компенсаторну, компресійну, систематизуючу, інтегративну, прогностичну, дослідницьку) (див. п.1.2) та добирати відповідні програмні засоби.

Отже, аналіз сучасного стану розробленості окресленої у дослідженні проблеми та власний педагогічний досвід дозволили визначити провідні чинники активізації формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ, зокрема:

1) урахування дидактичного потенціалу КГ у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. Аналіз наукової та спеціальної літератури свідчить, що програмно-апаратні засоби КГ мають потужні можливості для успішного вирішення освітніх завдань у коледжах. До завдань, які вирішуються навчанням фізики є формування найповніших і цілісних уявлень про механізми перебігу фізичних явищ і процесів, набуття досвіду самостійної продуктивної діяльності студентів у розв'язанні різноманітних, у тому числі професіно орієнтованих, пізнавальних навчальних завдань з використанням систем КГ, виховання особистісних якостей майбутнього фахівця. Відтак, серед функцій засобів КГ у навчанні фізики виокремлюють такі: а) освітня – озброєння учасників освітнього процесу системою знань, умінь і навичок з фізики, досвідом використання інформаційних технологій; б) діалогічна – забезпечення взаємодії та комунікації між студентом, комп'ютером та викладачем; в) дослідницька –

озброєння молодого дослідника засобами та методами пошукової діяльності; г) інформаційна – подання інформації про фізичні явища та процеси в логічній, компактній формі, яка полегшує її розуміння та засвоєння; д) евристична – сприяння активізації творчого потенціалу студентів унаслідок поєднання знаково-символічного й образного мислення; ж) виховна – виховання графічної та інформаційної культури, наполегливості, самостійності, лапідарності мислення, естетичного смаку тощо; з) мотиваційна – сприяння виробленню у студента внутрішньої мотивації до опанування фізичним знанням;

2) оновлення методів навчання фізики, зокрема графічного, через упровадження ІКТ і систем КГ, що відповідають рівню розвитку та методології сучасної фізичної науки;

3) запровадження комп'ютерно-орієнтованих форм організації навчання (комп'ютерно-орієнтованих самостійних, практичних і лабораторних робіт), що стимулюватимуть пошуково-дослідницьку, експериментаторську діяльність студентів;

4) забезпечення системного моніторингу рівня сформованості предметної компетентності студентів та педагогічної взаємодії між учасниками освітнього процесу (зокрема з використанням систем КГ), у якій студент постає реалізатором активної особистісно значущої навчально-пізнавальної, дослідницької діяльності, викладач – організатором, консультантом і коректором пізнавальних дій студента.

Формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ має ґрунтуватися на таких конкретних дидактичних принципах: науковості, наочності, доступності, активності, свідомості, системності, інтегративності, інформатизації і комп'ютеризації та передбачати суб'єкт-суб'єктний характер взаємодії учасників освітнього процесу, домінування у процесі навчання пізнавальних завдань пошукового та дослідницького характеру, врахування професійної спрямованості освітнього процесу. Принцип науковості передбачає формування предметної компетентності студентів з фізики на основі наукового знання та методів навчання, що відповідають сучасному розвитку науки та інформаційних технологій; принцип наочності – необхідність візуалізації навчального матеріалу з

використанням новітніх надбань в сфері ІКТ та КГ; принцип системності дає підстави розглядати зміст навчання/організацію освітнього процесу з фізики як єдине ціле, що характеризується ієрархічністю будови; інтегративність регламентує встановлення встановлення міжпредметних зв'язків фізики з дисциплінами фахового спрямування за методами пізнання, змістом начального матеріалу та характером майбутньої професійної діяльності студентів; принцип активності націлений на впровадження ефективних форм, методів і засобів навчання, що спонукають студента до активної навчально-пізнавальної діяльності, саморозвитку, самореалізації. Принцип доступності вимагає врахування рівня інтелектуального розвитку та мотивації здобувачів освіти; свідомість виявляється у здатності суб'єктів освітнього процесу до свідомого ціленапрявленого вирішення навчальних та професійних завдань.

Зазначене вище дає змогу зробити висновок, що в умовах сучасного інформаційного суспільства програмно-апаратні засоби ІКТ, зокрема КГ, швидко розвиваються, але освітній процес не повною мірою може їх реалізувати через відсутність методичних підходів ефективного застосування на практиці. Попри визнання науковцями цінності графічного методу в навчанні фізики, традиційний підхід до його використання не здатний забезпечити повноцінне і системне опанування студентами обсягом знань, визначеним відповідними навчальними програмами. У навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку цей відрив можна ліквідувати на основі використання систем КГ та розробки відповідної методичної системи формування предметної компетентності з фізики. Зауважимо, що використання КГ у навчанні фізики забезпечує вирішення широкого кола освітніх завдань, зокрема: підвищення ефективності засвоєння студентами навчального матеріалу; удосконалення методів розв'язування фізичних задач; модернізації змісту, методики і технології виконання навчального фізичного експерименту, самостійної роботи; розвитку особистісних якостей студентів, пізнавального інтересу й активності, абстрактно-логічного та критичного мислення, креативності тощо, що загалом сприятиме формуванню предметної компетентності з фізики та становленню особистості майбутнього фахівця.

Висновки до розділу 1

У розділі схарактеризовано особливості реалізації компетентнісного підходу в навчанні фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку, з'ясовано дидактичний потенціал графічного методу та ресурсів КГ у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку та розглянуто методичні засади її формування.

На основі аналізу та узагальнення наукових джерел і власного педагогічного досвіду виявлено проблеми та головну суперечність у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку – між вимогами державних освітніх нормативних документів до якості підготовки з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, організації освітнього процесу на основі впровадження інноваційних освітніх технологій і традиційними підходами до процесу навчання, що мають переважно інформаційний (знаннєвий) характер.

Зростання ролі компетентнісно орієнтованого підходу в сучасній освіті зумовило необхідність пошуку шляхів його ефективної реалізації в навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. У контексті проблеми дослідження з'ясовано сутність базових понять: «компетентнісний підхід», «компетенція», «компетентність» та «предметна компетентність» студентів з фізики

Аналіз нормативних документів дозволив встановити, що фізична освіта як невід'ємна складова природничо-наукової підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку (спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» і 161 «Хімічні технології та інженерія») для хімічної промисловості, машинобудування і металообробки, агровиробництва та побутового обслуговування є фундаментом, який забезпечує оволодіння ними системою знань, умінь і навичок, розвиток інтелектуальних і творчих здібностей, формування світоглядних уявлень та особистісних якостей, необхідних для успішного досягнення освітніх результатів відповідно до освітніх стандартів професійної галузі. Предметну компетентність з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку трактуємо як інтегральну характеристику особистості, що виявляється в єдності її теоретичної

та практичної здатності до свідомого вирішення навчальних і професійних завдань на основі знань й умінь з фізики, досвіду використання інформаційних технологій, зокрема засобів КГ, та професійно важливих якостей і є складовою її професійної компетентності. Структура предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку включає когнітивний, діяльнісний та особистісний компоненти.

Проведено аналіз дидактичного потенціалу графічного методу у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. Визначено, що графічний метод може бути використаний в освітньому процесі з фізики як засіб: візуалізації та моделювання фізичних явищ і процесів; розкриття сутності та усвідомлення характеру функціональних залежностей між фізичними величинами досліджуваних об'єктів; екстраполяції та апроксимації одержаних результатів, спрощення математичних обчислень і розрахунків; активізації пізнавальної діяльності студентів, розвитку їх абстрактно-логічного та критичного мислення, графоаналітичних умінь і навичок; індивідуалізації та оптимізації навчання; узагальнення і систематизації знань. Встановлено, що до методів КГ, предметом якої є створення, редагування, збереження і передача графічних зображень за допомогою комп'ютера, належать: моделювання, візуалізація, проектування і кодування інформації. З'ясовано, що у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку методи КГ найчастіше реалізуються за допомогою систем комп'ютерної математики: Mathcad, GeoGebra; ППЗ GRAN, лабораторних графічних інтерфейсів, аплетів, інфографіки, Mind map. У зв'язку з цим проаналізовано їх сутнісні характеристики та дидактичні функції в навчанні фізики. Запропоновано методичні засади формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки як основи проектування і розробки відповідної авторської методичної системи.

Основні положення першого розділу дисертації представлено автором у публікаціях [53; 66; 69; 70; 71; 74; 75; 79; 81; 83; 84; 87].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖІВ ТЕХНІКО- ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

2.1. Критерії та показники рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку

Критерії та показники рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів входять до системи оцінювання навчальних досягнень здобувачів фахової передвищої освіти, яка є складовою організації освітнього процесу та відповідно до Законів України «Про освіту» (2017), «Про вищу освіту» (2014), «Про фахову передвищу освіту» (2018), нормативних документів ЗВО I–II рівнів акредитації має на меті:

- забезпечення об'єктивного і неупередженого оцінювання навчальних досягнень студентів коледжів техніко-технологічного напрямку;
- організацію ефективного та результативного освітнього процесу через встановлення постійного зворотного зв'язку між викладачем і студентами та забезпечення корегування їх індивідуальних освітніх траєкторій;
- забезпечення студентоцентрованого, індивідуально зорієнтованого освітнього процесу;
- запровадження механізмів заохочення студентів до самоосвіти, самореалізації, активної дослідницької, інноваційної діяльності;
- стимулювання розвитку конкурентного середовища в освітньому закладі.

Розробка методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів техніко-технологічних спеціальностей з використанням систем КГ передбачає визначення відповідних критеріїв і показників рівня її сформованості. Аналіз навчально-методичних джерел з проблеми вимірювання предметної компетентності студентів з природничо-математичних дисциплін,

зокрема фізики, показує відсутність однозначної думки. У наукових розробках та освітній практиці можна зустріти поділ рівнів предметної компетентності на розпізнавальний, репродуктивний, продуктивний і творчий; елементарний, інструктивно-репродуктивний, евристично-активний, креативний (продуктивно-творчий) [167]. Деякі науковці використовують триступеневу шкалу, що включає базовий, достатній, високий [26] або нижчий, оптимальний, вищий рівні [6]. Разом з тим поділ сформованості предметної компетентності студентів за рівнями низький, середній, достатній і високий є найбільш поширеним, чим ми й будемо керуватися під час оцінювання навчальних досягнень з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

«Результатами навчання на певному щаблі освіти мають бути знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти та які особа здатна продемонструвати після завершення освітньої програми або окремих освітніх компонентів» [153, с. 5]. Діагностика сформованості вищезазначених результатів має базуватися на певній системі критеріїв. «Під критерієм розуміють ознаку, на основі якої формується оцінка якості об'єкта, процесу, мірило такої оцінки» [26, с. 110]. Серед основних критеріїв оцінювання сформованості предметної компетентності, які перебувають у колі уваги вітчизняних і зарубіжних учених, виділяємо когнітивний, діяльнісний, особистісний і мотиваційний. Зазначені критерії пов'язані з рівнем предметних знань, умінь і навичок, усвідомленням їх цінності та значущості в повсякденному житті (навчанні, майбутній професійній діяльності, різних життєвих ситуаціях), становленням особистісних якостей.

Проведений у п.1.1 аналіз особливостей професійної діяльності та освітніх програм підготовки фахівців спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 161 «Хімічні технології та інженерія» засвідчив, що здобуття студентами фізичних знань відбувається в органічному зв'язку з професійною підготовкою (на основі міжпредметних зв'язків за методами пізнання, характером професійної діяльності). Оскільки, розв'язання освітніх завдань у сучасному суспільстві «неможливе без засвоєння системи міжпредметних знань, умінь і навичок,

необхідних для подальшої професійної діяльності» [207, с. 158], можна стверджувати, що опанування знаннями комп'ютерних технологій (на що наголошувалося в п. 1.1), методами та способами їх реалізації дозволить сформувати у студентів власне відношення до об'єкту діяльності; оволодіти необхідними знаннями, практичними вміннями та навичками розв'язання різноманітних освітніх завдань з використанням ІКТ та систем КГ, а отже сприяти розвитку професійно значущих якостей особистості (професійного й критичного мислення). За цих обставин формування предметної компетентності студентів з фізики повинно відбуватися у тісному зв'язку з набуттям знань, умінь, навичок з оволодіння комп'ютерними засобами обробки, зберігання і передачі інформації, системами КГ, графічними лабораторними інтерфейсами. Водночас формування предметної компетентності студентів техніко-технологічних спеціальностей з фізики передбачає цілеспрямовану реалізацію міжпредметних зв'язків з дисциплінами фахового спрямування як на змістовому, так і процесуальному рівнях організації освітнього процесу. Тому на підставі орієнтовних критеріїв, затверджених МОН України, аналізу ключового поняття «предметна компетентність» (п. 1.1) та особливостей її формування з фізики у студентів коледжів техніко-технологічного напрямку (п. 1.1), нами окреслено систему критеріїв (діяльнісний, когнітивний, особистісний) і показників рівнів сформованості предметної компетентності студентів з фізики з урахуванням специфіки їх майбутньої професійної діяльності. Сутність зазначених критеріїв і відповідних показників представлена нижче. Так когнітивний критерій передбачає оцінювання рівня теоретичних знань студентів та виступає показником:

- оволодіння системою фізичних знань: наукових фактів, фізичних понять і величин, моделей, принципів, законів і теорій, наукових методів дослідження в об'ємі визначеному робочою програмою навчальної дисципліни (додаток Д.1);

- оволодіння знанням з програмного забезпечення комп'ютерної техніки, зокрема систем КГ та цифрових лабораторних комплексів; методів та способів їх використання в навчанні фізики;

- набуття інтегрованих знань з фізики та дисциплін професійної підготовки.

Студент, у якого сформована когнітивна складова предметної компетентності, орієнтується в теоретичному матеріалі на рівні розуміння, вміє давати оцінку його змісту, обізнаний з графічним методом дослідження, знає призначення, функціональні можливості прикладних графічних систем у розв'язанні фізичних та прикладних професійно орієнтованих завдань.

Діяльнісний критерій характеризує рівень сформованості практичних умінь і навичок студентів здійснювати навчально-дослідницьку діяльність з використанням сучасних ІКТ і систем КГ. Показником цього критерію є:

- сформованість умінь аналізувати та пояснювати фізичні явища та процеси, узагальнювати і систематизувати навчальну інформацію, розв'язувати фізичні та прикладні задачі, досліджувати фізичні властивості об'єктів, у тому числі за допомогою комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання;

- набуття практичних умінь і навичок експериментаторської діяльності, роботи з навчальним лабораторним обладнанням з фізики, у тому числі й із засобами ІКТ та КГ, цифровими лабораторними комплексами;

- володіння методами наукового пізнання, зокрема методом комп'ютерного графічного моделювання за допомогою систем КГ, графоаналітичними вміннями; здатність до критичного мислення.

«З синергетичної точки зору розвиток майбутнього професіонала в навчанні фізики повинен супроводжуватися виникненням комплексу особистісних структур, які регулюють і розвивають його розумову діяльність, визначають особистісне ставлення до цінностей культури, життєвих і професійних цілей» [244, с. 398]. Отже, особистісний критерій включає в себе вимоги до ціннісних орієнтацій та особистісних якостей майбутнього фахівця і є показником:

- формування позитивного ставлення до наукових знань та освітнього процесу через усвідомлення місця фізичних знань і сучасних ІКТ та КГ у загальнолюдській культурі та майбутній професійній діяльності;

- розвитку особистісних якостей (наочно-образного та абстрактно-логічного компонентів професійного мислення, наукового стилю мислення,

морально-вольових якостей); виховання графічної, інформаційної культури, загальногромадських цінностей;

– готовності до саморозвитку, самоосвіти, самореалізації через усвідомлення цінності знань; здатності до рефлексії та критичного оцінювання одержаної інформації і програмних продуктів у навчанні фізики.

Особистісні якості людини, як відомо, реалізуються у ході будь-якої діяльності, залежать від її характеру, особливостей розвитку та загальної культури, тому зрозуміло, що особистісний компонент предметної компетентності студента знаходить певне відображення як у когнітивному, так і діяльнісному компонентах. Відповідно до таксономії Б. Блума загальні цілі та показники сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку за допомогою систем КГ подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

**Цілі і показники предметної компетентності з фізики студентів коледжів
техніко-технологічного напрямку (відповідно до таксономії Б. Блума)**

Цілі навчання	Навчальні досягнення
знати і розуміти	виявляє знання та пояснює наукові факти, фізичні поняття, моделі, принципи, закони і теорії та межі їх застосування; розуміє сутність наукових методів дослідження фізичних явищ і процесів, відтворює та впорядковує теоретичний матеріал, встановлює зв'язки між знаннями з фізики та професійно орієнтованих дисциплін; володіє графічним методом та прийомами дослідження фізичних явищ і процесів за допомогою систем КГ, діалогічною формою роботи з комп'ютером;
аналізувати	протиставляє та класифікує навчальну інформацію. Вміє порівнювати та раціонально вибирати сучасні системи КГ для опису та моделювання фізичних явищ і процесів;
застосовувати	вміє застосовувати фізичні знання для розв'язування задач теоретичного, практичного і прикладного характеру. Обирає раціональні методи їх розв'язання; виявляє вміння працювати з лабораторним обладнанням, різними джерелами інформації; демонструє вміння застосовувати системи КГ, графічні лабораторні інтерфейси для вирішення навчальних задач в освітньому процесі з фізики. Використовує ІКТ як засіб комунікації;
синтезувати	аргументує власні дії під час розв'язання фізичних задач, планує дослідницьку діяльність, пропонує шляхи вирішення проблемних питань з фізики; інтегрує традиційні та інноваційні засоби навчання фізики;
оцінювати	критично оцінює одержану інформацію, зокрема з предметних питань, програмні продукти у навчанні фізики, дає оцінку альтернативним рішенням щодо їх застосування.

Отже, з'ясування сутності поняття «предметна компетентність з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку» (п. 1.1), а також розгляд шкали компетентності Глорії Джері [6, с. 7] дозволило визначити систему критеріїв (діяльнісний, когнітивний, особистісний) і показників, які можна кількісно та якісно оцінити за допомогою відповідних вимірників (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Критерії та показники рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку

Рівні предметної компетентності студентів з фізики	Показники критеріїв
Когнітивний критерій	
низький	володіє системою фізичних знань (наукових фактів, фізичних понять і величин, фізичних явищ і процесів, моделей, принципів, законів і теорій, наукових методів дослідження) на рівні розпізнавання, механічного відтворення обмеженого об'єму інформації; не виявляє розуміння причинно-наслідкових зв'язків між елементами змісту фізичної освіти; знання ІКТ, зокрема систем КГ, цифрових лабораторій для вирішення навчальних задач в освітньому процесі з фізики; має несформованість цілісних уявлень про наукову картину світу;
середній	відтворює значну частину теоретичного матеріалу на рівні наслідування та виявляє слабе розуміння причинно-наслідкових зв'язків між його елементами; частково орієнтується в питаннях, які належать області інтегрованих знань з фізики та дисциплін професійної підготовки, методів наукового дослідження. Виявляє посередні знання ІКТ, зокрема систем КГ, цифрових лабораторій, що забезпечують збір, обробку, інтерпретацію та передачу інформації з метою вирішення навчальних задач з фізики;
достатній	володіє знанням змісту фізичної освіти, причинно-наслідкових зв'язків між його елементами на рівні розуміння; виявляє сформованість уявлень про наукову картину світу, зокрема демонструє наявність інтегрованих знань з фізики та дисциплін професійної підготовки, обізнаність (з незначними помилками) у питаннях щодо методів наукового дослідження. Виявляє достатні знання з ІКТ, зокрема системами КГ та цифрових лабораторних комплексів, методів і способів їх використання в навчанні фізики;
високий	володіє теоретичним матеріалом у повному обсязі на рівні звички, може надавати власну оцінку його змісту, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки; аналізувати, відтворювати, систематизувати й структурувати; на підсвідомому рівні володіє методами наукового дослідження, інтегрованими знаннями з фізики та дисциплін професійної підготовки. Має високий рівень обізнаності в роботі з ресурсами КГ, цифровими лабораторними комплексами, що дозволяє самостійно обирати методи і способи навчальної діяльності з використанням систем КГ;

Продовження табл. 2.2

Діяльнісний критерій	
низький	не має сформованих предметних умінь; не володіє методами та засобами наукового пізнання, виконання фізичного експерименту, розв'язування стандартних задач. Відсутні графоаналітичні вміння, навички роботи з системами КГ; пошуку навчальної інформації;
середній	має слабку сформованість предметних умінь, недостатнє володіння методами та засобами наукового пізнання, експериментаторської діяльності, розв'язування стандартних задач та задач прикладного спрямування, у тому числі за допомогою засобів ІКТ та КГ; виявляє посередні графоаналітичні вміння, недостатньо орієнтується в інформаційному просторі;
достатній	має достатній рівень сформованих предметних умінь, володіє на достатньому рівні методами й засобами наукового пізнання, експериментаторської діяльності, розв'язання теоретичних, практичних і прикладних задач, у тому числі з використанням засобів ІКТ і КГ. Має сформовані графоаналітичні вміння, вміння здійснювати збір та оцінку інформації;
високий	має сформовані предметні вміння та навички; компетентно (творчо) підходить до аналізу фізичних задач теоретичного, практичного і прикладного спрямування, пошуку раціональних шляхів їх розв'язання, зокрема з використанням систем КГ. Володіє на високому рівні методами і засобами наукового пізнання, дослідницькими навичками, вмінням користуватися експериментальним обладнанням. Вміє на рівні звички працювати з різними видами інформації, проводити її збір, аналіз та оцінювання;
Особистісний критерій	
низький	спостерігається відсутність інтересу і внутрішньої мотивації до одержання наукових знань та освітнього процесу; усвідомлення важливості саморозвитку, самоосвіти, самореалізації; виховання загальногромадських цінностей (толерантність, уважність, дисциплінованість, активність) для успішного вирішення життєвих і професійних завдань; не сформована здатність до самоконтролю, аналізу власних дій; відсутність інтересу у роботі з системами комп'ютерної графіки, недостатній рівень особистісних якостей (абстрактно-логічного та критичного мислення, світоглядних уявлень, морально-вольових якостей), необхідних для успішної навчальної і професійної діяльності;
середній	має слабкий інтерес і внутрішню мотивацію до одержання предметних знань та освітнього процесу через недостатнє усвідомлення цінності знань, саморозвитку, самоосвіти для успішної самореалізації у житті та професійній діяльності. Відсутність прагнення до застосування фізичних знань і методів наукового дослідження в навчальній діяльності та повсякденно; виявляє слабку зацікавленість у роботі з системами КГ, низький рівень особистісних якостей, ціннісних орієнтирів, необхідних для успішної навчальної і професійної діяльності; має слабкі навички самоконтролю та самоаналізу;
достатній	має інтерес до навчання, виявляє свідоме розуміння значення фізичного знання і методів наукового дослідження в навчанні та майбутній професійній діяльності, прагнення до самоосвіти та самореалізації.

Продовження табл. 2.2

достатній (продовження)	Має здатність до застосування одержаних під час навчання фізики знань і вмінь у навчальній діяльності та в повсякденному житті. Має зацікавлення у роботі з системами КГ достатній розвиток особистісних якостей і ціннісних орієнтирів, необхідних для успішної навчальної і професійної діяльності; виявляє здатність здійснювати аналіз та контроль власної діяльності;
високий	має стійкий інтерес та внутрішню мотивацію до опанування предметним знанням і методами наукового дослідження. Усвідомлює потребу в самоосвіті, самореалізації. Спостерігається автоматична готовність до застосування предметних знань і методів наукового дослідження в навчальній діяльності та в повсякденному житті. Має стійкий інтерес до використання нових надбань КГ. Високий рівень розвитку та виховання якостей (особистісних, ціннісних орієнтирів), необхідних для успішної навчальної і професійної діяльності.

Контроль та оцінювання сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку має включати такі основні етапи: поточний, проміжний (тематичне оцінювання) та підсумковий. Поточний контроль студентів здійснюється на практичних, лабораторних заняттях, у ході самостійної роботи та враховує їх загальну пізнавальну активність. Тематичне оцінювання є результатом оцінки знань, вмінь, практичних навичок, набутих під час засвоєння логічно завершеної частини навчального матеріалу з урахуванням поточних оцінок. Підсумкове оцінювання визначає загальний рівень навчальних досягнень студентів відповідно до вимог робочої програми дисципліни за результатами попередніх тематичних оцінювань.

До форм поточного контролю та оцінювання сформованості когнітивного критерію предметної компетентності студентів з фізики відносимо: усне та письмове опитування, експрес-контроль, виконання тестових завдань за тематичним блоком, розв'язання теоретичних, практичних і прикладних задач, зокрема з використанням систем КГ. Для оцінки сформованості предметної компетентності з фізики за діяльнісним критерієм доречно використовувати розв'язування фізичних задач, виконання комп'ютерно-орієнтованих практичних і лабораторних робіт, самостійних завдань, завдань з наданням студентам права вибору способів діяльності. Більшість з них реалізуються на основі

використання систем КГ, а саме: Mathcad, GeoGebra та GRAN; засобів ілюстративної та ділової графіки для створення інфографіки, Mind map (<https://www.canva.com>; <https://creately.com>, <https://www.easel.ly>, MindMaster), графічного інтерфейсу цифрового лабораторного комплексу Register Data Logger; онлайн-сервісів. Оцінка сформованості особистісного компонента предметної компетентності студентів з фізики передбачає використання засобів діагностики вищезазначених складових компетентності, а також педагогічне спостереження за навчальною діяльністю студентів під час виконання практичних та лабораторних робіт та наступний її аналіз, опитування з метою з'ясування особистісного ставлення до методів та засобів, що використовуються для досягнення цілей дослідження. Отже, оцінювання навчальних досягнень з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку відбувається на підставі когнітивного, діяльнісного, особистісного критеріїв та передбачає виділення низького, середнього, достатнього та високого рівнів з окресленням відповідних показників та їх вимірників.

2.2. Теоретичне обґрунтування і побудова методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки

Посилення уваги до забезпечення якості та професійної спрямованості фізичної освіти у коледжах зумовлює відповідні зміни в підготовці студентів коледжів техніко-технологічного напрямку нового покоління, у яких професійна компетентність та особистісні якості поєднуються з креативними здібностями у вирішенні освітніх, життєвих і виробничих завдань. Становлення такого фахівця, на нашу думку, можливе лише за умови планування та організації навчальної діяльності відповідно до запитів сьогочасного інформаційного суспільства, в якому комп'ютерні графічні технології займають одне з провідних місць.

Як було зазначено раніше (п. 1.3), формування у студентів предметної компетентності з фізики з використанням КГ пов'язано з необхідністю

розв'язання цілого комплексу проблем: психолого-педагогічних, організаційних, методичних, виховних. Елімінація виявлених проблем і суперечностей є важливою та актуальною задачею, розв'язання якої пов'язано з розвитком особистості студента, підвищенням якості його фізичної освіти, формуванням готовності до саморозвитку, самореалізації як основи становлення компетентнісного фахівця. Ми погоджуємося з думкою Ю.В. Триуса, що «розв'язання складних завдань, що виникають у різних галузях людської діяльності, зокрема в освіті, може бути ефективним лише за умови використання системного підходу, тобто спочатку системного аналізу об'єкта дослідження, а потім – системного синтезу моделі та її дослідження» [230, с. 19]. Останнє зумовлює необхідність створення й апробації сучасних науково обґрунтованих результатоспрямованих методичних систем навчання, що дозволяють організовувати освітню діяльність студентів відповідно до нових вітчизняних стандартів фахової компетентнісної освіти у контексті європейських освітніх тенденцій.

У сучасній науковій літературі під методичною системою найчастіше розуміють впорядковану сукупність взаємопов'язаних і взаємозумовлених цілей, змісту, методів, форм і засобів планування, організації контролю, аналізу, корекції освітнього процесу, спрямованих на отримання конкретного результату [44; 231]. Попри те, що на сьогодні в теорії та методиці навчання фізики зібрано чималий досвід і фактичний матеріал щодо компетентнісного навчання фізики з використанням ІКТ, наявні методичні системи навчання недостатньо враховують специфіку підготовки фахівців у коледжах техніко-технологічного напрямку та вимагають доопрацювання відповідно сучасним педагогічним концепціям проблемно-діяльнісного навчання (А. Брушлицький, В. Давидов), всебічного розвитку особистості (З. Мальков), залучення до творчої діяльності (І. Волков, Є. Сазонов), розвивального середовища (Л. Новікова), самовиховання й саморозвитку (Г. Селевко). З урахуванням зазначеного вище постає необхідність розробки методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

Слід зазначити, що розробка методичних систем навчання фізики з використанням сучасних ІКТ стала предметом дослідження значної кількості вітчизняних науковців, серед яких представники лабораторії дидактики фізики Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка: О.М. Лунгол [139], І.В. Сальник [199], Д.В. Соменко [219] та ін. У результаті проведених досліджень з'ясовано, що основу проектування методичних систем навчання з використанням ІКТ мають складати принципи: системності (взаємозв'язку і взаємодії між її елементами, що складають єдине ціле); відкритості (система повинна відображати зміни, які відбуваються в суспільстві та миттєво реагувати на вимоги сьогодення); інформатизації (органічного та оптимального використання нових інформаційних технологій навчання, що у контексті нашого дослідження відбувається залученням систем КГ).

«Методичну систему формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ ми визначаємо як таку, що покликана забезпечити процес досягнення прогнозованих освітніх результатів відповідно до державних вимог і кваліфікаційної моделі фахівця, якими є сукупність знань, досвіду (умінь і навичок), здібностей, цінностей і ставлень, особистісних якостей за рахунок включення в освітній процес комп'ютерних графічних технологій» [80, с. 62]. Успішність реалізації пропонованої методичної системи пов'язана з комплексним забезпеченням усіх складових освітнього процесу, а саме: чіткого визначення освітніх цілей; добору змісту курсу фізики з урахуванням специфіки підготовки майбутніх фахівців; оновлення навчально-методичного забезпечення за основи використання засобів КГ; добору ефективних форм організації освітнього процесу, методів та прийомів навчання; визначення критеріїв і показників сформованості предметної компетентності студентів. Ключовою особливістю функціонування цієї системи ми визначаємо суб'єкт-суб'єктну взаємодію учасників освітнього процесу, за якої студента розглядаємо як «неповторну і цілісну особистість» [174, с. 288], що має певні пізнавальні можливості,

суб'єктний досвід і творчі здібності. На основі загальноприйнятого структурування елементів методичної системи, яка «повинна відобразити основні етапи освітнього процесу» [9, с. 235], до її складу увійшли такі взаємопов'язані компоненти: цільовий, змістовий, процесуальний та оцінювальний. Проектування зазначених компонентів методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ має відбуватися на основі певних організаційно-педагогічних умов і методологічних підходів, що визначатимуть її ефективність і результативність.

До методологічних підходів успішного досягнення прогнозованих освітніх цілей запропонованої методичної системи ми відносимо:

– особистісно орієнтований підхід (спрямованість освітнього процесу на взаємодію і плідний розвиток особистості викладача і студентів на основі рівності у спілкуванні та партнерства у навчанні; всебічний розвиток особистості майбутнього фахівця з урахуванням його пізнавальних можливостей, суб'єктного досвіду і творчих здібностей), який знайшов розвиток у працях І.Д. Беха [16], І.А. Зязюна [110], І.С. Якиманської [252].

– діяльнісний підхід (спрямованість освітнього процесу на формування у студентів особистісно значущих предметних знань, розвиток практичних умінь і навичок, активної пізнавальної позиції у різних видах навчальної діяльності, що забезпечує здобуття ними досвіду продуктивної пізнавальної діяльності та становлення особистості майбутнього фахівця), концептуальні засади якого розкрити у роботах П.Я. Гальперіна [39], О.М. Леонтьєва [135].

– компетентнісний підхід (спрямованість освітнього процесу на формування предметної компетентності з фізики майбутніх фахівців), теоретичні й методичні аспекти якого висвілили О.В. Овчарук [19; 128], Г.К. Селевко [202], А.В. Хуторський [237] тощо;

– системний підхід (забезпечення цілісності освітнього процесу, в якому змістовно-процесуальні елементи навчання тісно взаємопов'язані між собою та

підпорядковані цілям навчання і виховання), положення якого визначені у дослідженнях В.В. Краєвського [131], Ю.О. Шабанової [242];

– інтегративний підхід (забезпечує перехід від «мозаїчної» моделі здобуття наукових знань студентами до організації освітнього процесу, орієнтованого на формування цілісної системи знань з урахуванням міжпредметних зв'язків фізики з дисциплінами фахового спрямування), який знайшов розвиток у дослідженнях Р.С. Гуревич [55], В.П. Сергієнка [205].

– синергетичний підхід (передбачає створення умов для самоосвіти, саморозвитку та самореалізації майбутніх фахівців на основі реалізації сучасних форм організації освітнього процесу, методів, прийомів і засобів навчання; забезпечення відкритості навчальних матеріалів і засобів освітньої діяльності; діалогічності взаємодії суб'єктів освітнього процесу; реалізації у навчанні принципів студентоцентризму та індивідуалізації), що висвітлений у роботах С.У. Гончаренка [45], В.Д. Шарко [244].

Відповідно до засадничих положень формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку (див. п. 1.3), успішність реалізації запропонованої методичної системи навчання забезпечується дотриманням таких організаційно-педагогічних умов:

– забезпечення освітнього процесу з фізики сучасними програмно-апаратними засобами створення і використання КГ;

– забезпечення фахової спрямованості навчального матеріалу з акцентом на застосування систем КГ у майбутній професійній діяльності;

– застосування графічного методу та систем КГ для організації навчально-пізнавальної діяльності студентів;

– поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих форм організації дослідницької та експериментаторської діяльності студентів

Схематично методичну систему формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерного підтримання подано на рис. 2.1. Проаналізуємо зміст зазначених компонентів цієї методичної системи.

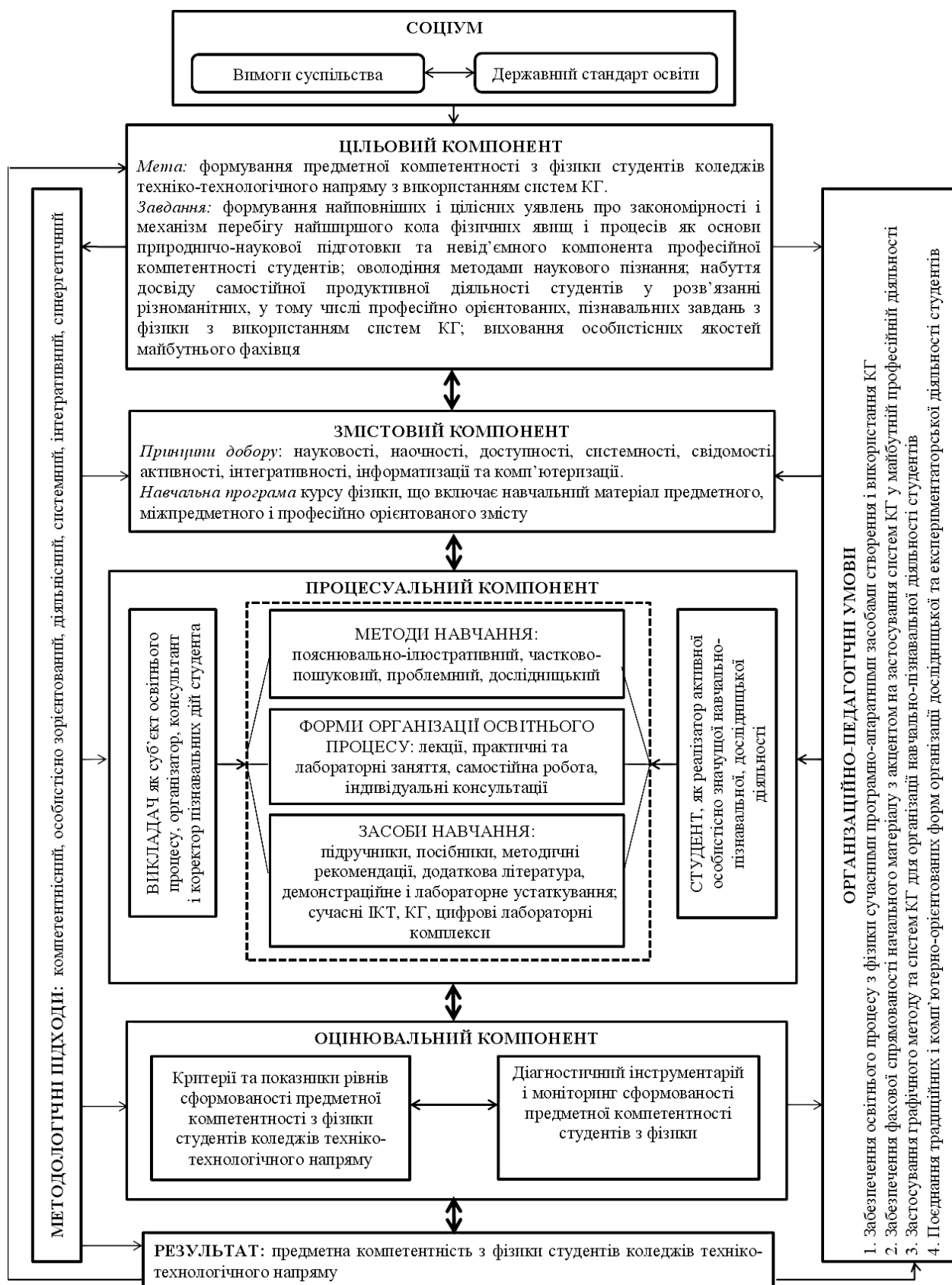


Рис. 2.1. Методична система формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ

Базовим, системоутворювальним елементом методичної системи є цільовий компонент, оскільки він визначає функції всіх інших та передбачає усвідомлення студентами коледжів техніко-технологічного напрямку загальної мети та основних завдань вивчення навчальної дисципліни «Фізика» відповідно до державних вимог та соціального замовлення. У ньому закладена загальна мета реалізації системи відповідно до завдань професійної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку та сучасних тенденцій розвитку освітньої галузі. Цільовий компонент системи включає в себе уявлення про сутність і структуру предметної компетентності студентів з фізики та особливості організації їх активної навчально-пізнавальної діяльності з використанням ІКТ, зокрема систем КГ, у контексті визначених вище методологічних підходів. Формування предметної компетентності студентів з фізики передбачає насамперед оволодіння системою фізичних знань (розумінням фізичної сутності наукових фактів, фізичних явищ і процесів, основних понять, моделей, принципів, законів і теорій та меж їх застосування), а також формування практичних умінь і навичок їх ефективного застосування у розв'язанні різноманітних навчально-пізнавальних (зокрема й професійно зорієнтованих) завдань.

Успішне досягнення провідної мети методичної системи (формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ) передбачає цілеспрямоване та послідовне вирішення відповідної системи навчальних, розвивальних і виховних освітніх завдань, зокрема: формування найповніших і цілісних уявлень про закономірності та механізм перебігу найширшого кола фізичних явищ і процесів як основи природничо-наукової підготовки та невід'ємного компонента професійної компетентності, оволодіння методами наукового пізнання, набуття досвіду продуктивної практичної діяльності у розв'язанні фізичних і професійно орієнтованих завдань, у тому числі з використанням сучасних систем КГ, розвиток пізнавального інтересу, інтелектуальних і творчих здібностей, виховання професійно важливих якостей особистості (цінностей і ставлень, світоглядних уявлень, абстрактно-логічного та критичного мислення,

інформаційної культури та комп'ютерної грамотності, емоційно-вольових якостей, навичок рефлексії, самоосвіти і самореалізації тощо).

Змістовий компонент методичної системи ілюструє собою інтеграцію змісту фізики, інформатики та дисциплін фахової підготовки, що є віддзеркаленням сучасного рівня розвитку освіти, науки, техніки і технологій, їхньої взаємодії та взаємозв'язку. Зміст навчально-пізнавальної діяльності студентів коледжів техніко-технологічного напрямку обрано відповідно до встановлених міжпредметних зв'язків фізики з дисциплінами фахового спрямування та з урахуванням характеру їх майбутньої професійної діяльності. В основу проектування змістового компоненту методичної системи формування предметної компетентності з фізики з використанням систем КГ покладено принципи науковості, наочності, доступності, системності, свідомості, активності та самостійності студентів у навчанні, інтегративності, інформатизації та комп'ютеризації (див. п. 1.3). У контексті нашого дослідження змістовий компонент методичної системи навчання фізики у коледжах техніко-технологічного напрямку поряд з традиційною системою фізичних знань відповідно до державних нормативних вимог включає також базові знання з інформатики, комп'ютерної техніки і технологій для реалізації у навчанні відповідних міжпредметних зв'язків (за методами пізнання (графічний метод), змістом начального матеріалу та характером професійної діяльності), які є визначальними механізмами інтеграції знань.

На основі аналізу навчального плану підготовки молодших спеціалістів за спеціальностями 133 «Галузеве машинобудування» та 161 «Хімічні технології та інженерія» з'ясовано освітні цілі та характер міжпредметних зв'язків (теоретичний, понятійний, фактологічний, практичний, методологічний) курсу фізики з навчальними дисциплінами фахового спрямування, які наведено у додатках Д2 і Д3. На підставі аналізу зазначених вище міжпредметних зв'язків встановлено, що зміст навчальної дисципліни «Фізика» у коледжах техніко-технологічного напрямку має складати система фізичних знань (наукових фактів, понять, принципів, законів тощо) з основ класичної механіки, термодинаміки і

статистичної фізики, електродинаміки та оптики; пов'язаний з нею комплекс методологічних і світоглядних знань, а також професійно орієнтованих знань, що розкривають будову і фізичні основи принципу дії механізмів і технічних установок, які опановують студенти в рамках професійної підготовки.

З огляду на те, що майбутня професійна діяльність студентів коледжів техніко-технологічного напрямку пов'язана з необхідністю проектування обладнання підприємств, розробки та експлуатації технологічних процесів з використанням сучасного технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірjuвальних комп'ютеризованих систем, вважаємо важливим і необхідним показником сформованості предметної компетентності рівень опанування ними апаратними та програмними засобами комп'ютерної техніки. Відтак, запроваджуючи роботу студентів з ІКТ та системами КГ, ми тим самим залучаємо майбутніх фахівців до діяльності, яка моделює окреслену професійну спрямованість. Таким чином, у контексті нашого дослідження зміст методичної системи формування предметної компетентності з фізики поряд з системою фізичних професійно орієнтованих знань має включати знання, які здобувають студенти в навчанні інформатики, комп'ютерної техніки й комп'ютерних технологій та вдосконалюють у процесі опанування фізичними знаннями.

На підставі аналізу освітніх нормативних документів, встановлених міжпредметних зв'язків була розроблена робоча навчальна програма курсу фізики, яка складається з трьох тематичних блоків: 1) «Фізичні основи механіки», «Механічні коливання», 2) «Основи термодинаміки і статистичної фізики», «Електродинаміка», «Елементи оптики та фотометрії», 3) «Лабораторний практикум» (додаток Д.1). З урахуванням ваги навчальної інформації у професійному становленні фахівця сформовано зміст тематичних блоків за формами організації навчальної діяльності (лекції, практичні, лабораторні, самостійна робота), окреслено цілі (навчальні, розвивальні, виховні) та з'ясовано характер міжпредметних зв'язків з дисциплінами фахового спрямування (додаток Д.3). Згідно авторської робочої програми змістова частина навчальної дисципліни «Фізика» містить інформацію інтегровану з дисциплінами професійної підготовки,

зокрема: а) вивчення кінематики складного руху матеріальної точки на прикладі кривошипно-кулісного механізму; б) розгляд законів динаміки поступального руху як основи роботи гравітаційного транспорту; в) дослідження основного рівняння динаміки обертального руху як теоретичної основи розрахунку технічних параметрів деталей та збірних одиниць; г) огляд функцій і проявів механічних коливань у техніці; д) вивчення властивостей твердих тіл та їх деформації на основі перевірки виконання умови міцності матеріалів; є) залучення газових законів до опису руху снаряду; ж) ознайомлення з принципом роботи холодильної машини через з'ясування особливостей використання теплового насоса.

Зрозуміло, що ефективність та результативність освітнього процесу з фізики цілком і повністю залежить від характеру педагогічного впливу, специфіки навчально-пізнавальної діяльності студентів, тобто системи форм організації освітнього процесу, методів, прийомів, засобів і технологій навчання. У зв'язку з цим відповідно до цільового та змістового компонентів процесуальний компонент методичної системи містить підпорядковану їм процесуальну частину, яка включає в себе форми, методи, прийоми і дидактичні засоби навчання, а також діяльність викладача з керівництва, управління й контролю освітнім процесом та діяльність студента як його активного суб'єкта.

Як було зазначено вище, компетентнісний освітній процес з фізики буде дієвим за умови обрання пояснювально-ілюстративних, частково-пошукових, проблемних і дослідницьких методів і прийомів та використання дидактичних засобів на принципах діяльнісного навчання, наочності, адаптивності, поєднання традиційного та інноваційного. Так, принцип адаптивності виявляється в здатності системи пристосовуватися до зовнішніх змінних умов, які виникають у результаті сучасних тенденцій розвитку суспільства, техніки і технологій. У нашому дослідженні принцип адаптивності передбачає знаходження найбільш ефективних форм, методів і засобів навчання внаслідок впровадження в освітній процес новітніх здобутків в області інформаційних технологій та КГ з метою отримання позитивних синергетичних ефектів. Очевидно, що успішність формування предметної компетентності студентів багато в чому залежатиме від характеру їх

практичних дій. Іншими словами, формування і розвиток діяльнісного та особистісного компонентів предметної компетенції передбачає оволодіння студентами уміннями і навичками здійснювати практичну діяльність на основі набутих знань з фізики; аналізувати та пояснювати сутність фізичних явищ і процесів, емпіричних фактів та основних положень наукових теорій; розв'язувати фізичні задачі різного типу і рівня складності, проводити експериментальні дослідження; пов'язувати зміст навчального матеріалу з прогресом сучасної техніки і технологій. Аналіз програмної документації з підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку дозволив з'ясувати, що велика частина їх практичних умінь і навичок з фізики носять загальнопредметний характер. Наприклад, до таких вмінь можна віднести: вміння користуватися креслярським інструментом, розрахунково-вимірювальними прийомами, навичками проведення експериментального дослідження тощо. Крім того з'ясовано, що до нормативних вимог підготовки майбутніх техніків-технологів віднесено також володіння загально-науковими та спеціальними методами пізнання, у тому числі й засобами сучасних ІКТ і зокрема системами комп'ютерної графіки.

На нашу думку, успішне досягнення поставлених у методичній системі освітніх цілей передбачає впровадження таких інноваційних форм організації освітнього процесу: лекції з використанням комп'ютерних графічних засобів візуалізації і кодування навчальної інформації; комп'ютерно-орієнтовані практичні і лабораторні заняття, самостійна та індивідуальна робота, пов'язані з розв'язуванням пізнавальних завдань і задач різного типу на основі комп'ютерних моделей. Домінантними формами пізнавальної діяльності студентів у навчанні фізики виступають: індивідуальні (виконання комп'ютерно-орієнтованих практичних робіт, самостійної роботи, розв'язування задач на основі комп'ютерних моделей, консультації), групові (аналіз комп'ютерних анімаційних моделей фізичних явищ і процесів, виконання лабораторного експерименту), фронтальні (вивчення нового матеріалу, виконання практичних робіт, контроль знань) та колективні (розв'язування задач, перевірка засвоєння знань) форми аудиторної і позааудиторної роботи.

У теорії та методиці навчання фізики доцільним та оптимальним вважають використання різних методів і прийомів, кожен з яких обирають залежно від змісту навчального матеріалу, форми занять, рівня підготовленості аудиторії, наявного матеріально-технічного та методичного забезпечення. У формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ більшої уваги ми надаємо пояснювально-ілюстративним, частково-пошуковим, проблемним і дослідницьким методам (додаток Д.4). Відповідно до функцій графічного методу у навчанні фізики (див. додаток Б.2) пізнавальна діяльність студентів коледжів техніко-технологічного напрямку передбачає застосування систем КГ для вирішення навчальних завдань зі спостереження та аналізу перебігу фізичних явищ і процесів, перевірки справедливості фізичних законів, вивчення принципу дії приладів і технічних установок (додаток Б.2), що супроводжується всебічним аналізом, структуруванням та оцінкою навчальної інформації, графічним моделювання фізичних явищ і процесів, прогнозуванням їх перебігу, з'ясуванням сутності фізичних параметрів і характеристик, розв'язуванням різноманітних фізичних завдань на основі візуалізації, моделювання та графічної інтерпретації досліджуваних об'єктів, явищ і процесів.

Визначальними у розв'язанні стратегічних завдань методичної системи є взаємодія студента і викладача, яка відбувається як під час безпосередньо діалогу, так і в середовищі «людина-комп'ютер». В умовах інформатизації освіти діяльність викладача зазнає суттєвої трансформації, а її вектор зміщується в бік надання студентам порад та настанов (консультативна діяльність); організації освітнього процесу (організаційна діяльність); корекції їхніх дій (корегуюча діяльність). Разом з тим варто зазначити, що успішність освітнього процесу з фізики в коледжі, на нашу думку, багато в чому залежатиме від характеру взаємодії та ступеня єдності пізнавальної діяльності студентів і викладацької діяльності вчителя. Освітній процес у зв'язку з цим повинен мати характер навчально-дослідницької, експериментаторської, аналітичної.

Успішність реалізації зазначеної стратегії організації освітнього процесу з фізики у коледжах багато в чому залежатиме від раціонального та оптимального використання дидактичних засобів навчання. Останні зазвичай включають в себе: традиційні (підручники, навчальні посібники, лабораторне устаткування тощо) та інноваційні (апаратні та програмні (web-ресурси, комп'ютерні анімаційні моделі, електронні підручники, цифрові лабораторні комплекси тощо) [57, с. 188]. До апаратних дидактичних засобів навчання фізики традиційно відносять: комп'ютерну техніку, мультимедійний проектор, інтерактивну дошку.

Проведений нами аналіз програмних засобів ІКТ у підрозділі 1.2 засвідчив, що «незважаючи на значну кількість сучасних електронних освітніх ресурсів, єдиної електронної бази, в якій можна було б відшукати потрібний цифровий контент, зокрема для викладання фізики в коледжах, а також єдиних концептуальних методичних підходів його комплексного та раціонального використання немає» [68, с. 31]. Отже, викладач фізики коледжу потребує наявності відкритих і не складних для опанування програмних засобів, web-ресурсів та розробки методики їх застосування у навчанні фізики, що сприятиме створенню на їх базі власних педагогічних електронних ресурсів. У зв'язку з цим нами було визначено перелік програмних засобів ІКТ, які опановують здобувачі техніко-технологічної освіти на заняттях з інформатики та комп'ютерних технологій, зокрема: програми офісного пакета Microsoft Office (текстовий процесор Microsoft Word, табличний процесор Microsoft Excel, програма управління базами даних Microsoft Access, видавнича система Microsoft Publisher, програма створення презентацій Microsoft PowerPoint); графічний редактор Adobe Photoshop; система комп'ютерної алгебри Mathcad; програма моделювання цифрових і аналогових електронних схем Electronics Workbench; растровий графічний редактор Paint; система автоматизованого проектування Компас; основи мов програмування Python, Паскаль, Delphi, C++. Також студенти в коледжі оглядово знайомляться з системою оптичного розпізнавання тексту ABBYY FineReader, хмарним середовищем Google Drive,

комп'ютерним перекладачем Pragma, архіваторами WinRAR, WinZip, мереживними сервісами. При цьому передбачається, що студенти коледжів техніко-технологічного напрямку вміють працювати в операційній системі, мають знання про її компоненти.

Аналіз дидактичного потенціалу вищезазначених електронних засобів дав нам підставу стверджувати, що більшість з них мають так чи інакше безпосереднє відношення до КГ, але забезпечують тільки обмежену кількість дисциплін або взагалі використовуються епізодично. У зв'язку з цим актуальним стає пошук нових систем КГ та розширення діапазону застосування наявних засобів, що дозволило б підвищити ефективність освітнього процесу. Таким чином, розробляючи концептуальні засади методичної системи навчання фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ, ми враховували те, що електронні освітні ресурси мають реалізовувати провідну мету навчання та задовольняти таким дидактичним принципам: а) діяльнісного навчання (спрямованість на організацію активної навчально-пізнавальної діяльності студентів, що забезпечуватиме формування їх предметної компетентності як необхідної умови успішного оволодіння дисциплінами фахового спрямування та невід'ємної складової набуття ними професійної компетентності); б) диференціації (відповідність рівню пізнавальних можливостей, творчих здібностей і зони найближчого розвитку студентів); в) раціональності та цілісності (гармонійне поєднання з традиційними дидактичними засобами як елементів єдиної методичної системи навчання); г) інтегративності (реалізація у навчанні широких міжпредметних зв'язків з дисциплінами фахового спрямування).

Дослідження сучасних надбань в області комп'ютерних графічних технологій, які реалізують у навчанні методи візуалізації, моделювання, малювання і кодування інформації та виконують інформаційну, ілюстративну, систематизуючу, компенсаторну, інтегративну, компресійну та дослідницьку функції, було подане у підрозділі 1.2. Серед оглянутих напрямів використання КГ нами було обрано такі: кросплатформенні ППЗ GRAN, GeoGebra, Mathcad,

графічний лабораторний інтерфейс програми «Register iLab» цифрового лабораторного комплексу Register Data Logger; web-сайт Apps on Physics (<https://www.walter-fendt.de/html5/phru/>); онлайн-сервіси створення інфографіки (Creately, Easel.ly), а також аплети та Mind map (електронний ресурс MindMeister). На основі вищезазначених програмних засобів створені завдання з перевірки засвоєння предметних знань студентів, комп'ютерні графічні анімаційні моделі фізичних явищ і процесів, комп'ютерно-орієнтовані практичні та лабораторні роботи, графічні моделі роботи технічного устаткування і механізмів. Перелік окреслених комп'ютерних дидактичних засобів у навчанні фізики за окремими темами подано у додатку Д.4, а за різних форм організації освітнього процесу наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

**Використання елементів КГ у навчанні фізики в коледжах
техніко-технологічного напрямку**

<i>Форми навчання</i>	<i>Електронні засоби навчання</i>
лекція	комп'ютерні графічні анімаційні моделі фізичних явищ і процесів, інфографіка, графічні лабораторні інтерфейси;
практичні/семінарські заняття	комп'ютерно-орієнтовані практичні роботи, комп'ютерні графічні анімаційні моделі фізичних явищ і процесів, програмні засоби КГ, аплети;
лабораторні роботи	комп'ютерно-орієнтовані лабораторні роботи, комп'ютерні графічні анімаційні моделі фізичних явищ і процесів, графічні лабораторні інтерфейси, програмні засоби КГ;
самостійна робота	інфографіка, аплети, освітні web-ресурси.

Власний педагогічний досвід застосування сучасних ІКТ у навчанні фізики, зокрема систем КГ, дає підстави стверджувати, що вони здатні одночасно впливати на формування всіх компонентів предметної компетентності студентів (когнітивного, діяльнісного та особистісного). Наприклад, через комп'ютерне графічне моделювання за допомогою GeoGebra можна подати проблемну ситуацію, вирішення якої під час лекційного заняття спричинить появу нового знання; перевірити справедливість фізичних законів, дослідити закономірності протікання фізичних явищ і процесів, принципи роботи технічного устаткування; спроектувати лабораторний експеримент, провести обробку його результатів;

візуалізувати розв'язання задачі; сформувати навички роботи з графічною інформацією; стимулювати пізнавальну активність студентів тощо.

Структурна модель дидактичних засобів формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ подана на рис. 2.2.

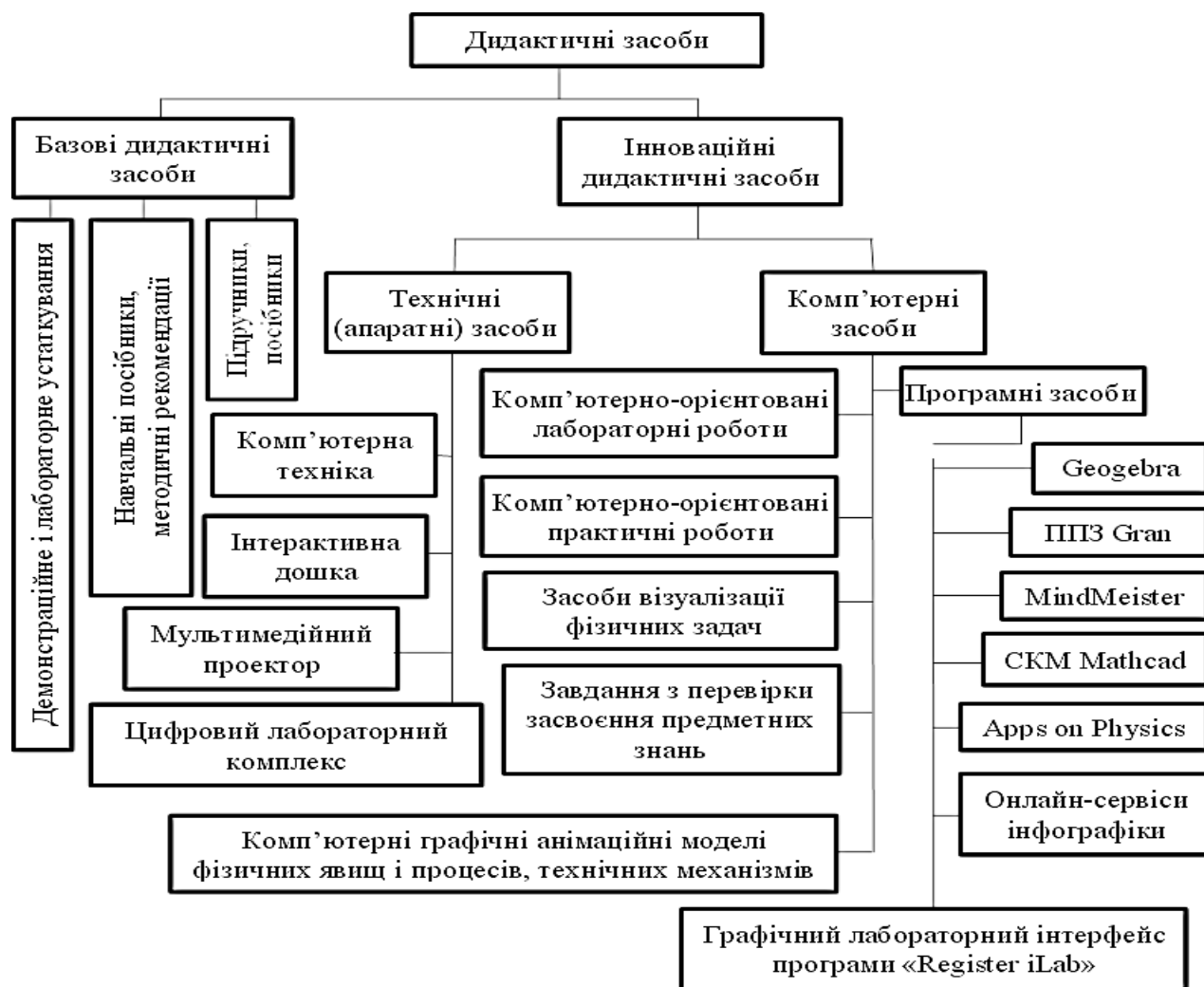
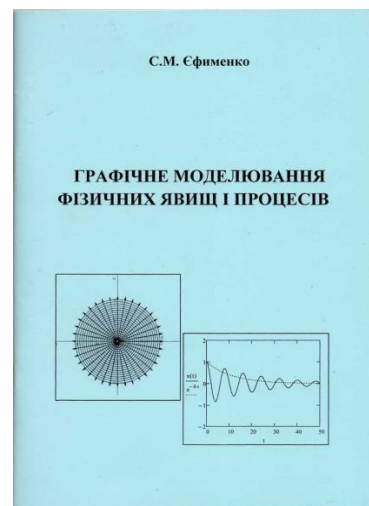


Рис. 2.2. Структура дидактичних засобів формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ

Методичні особливості використання зазначених вище комп'ютерних дидактичних засобів як компоненту авторського навчально-методичного забезпечення курсу фізики подано у навчальному посібнику «Графічне моделювання фізичних явищ і процесів» [74] та розміщено на сайті Хіміко-

технологічного коледжу імені Івана Кожедуба Шосткинського інституту Сумського державного університету (<http://colledge.centri.today>). Навчальний посібник складається зі вступу, двох розділів та списку використаної літератури. Структура навчального посібника віддзеркалює основні етапи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

Перший етап передбачає опанування студентами графічним методом дослідження фізичних явищ і процесів за допомогою графічного моделювання в його традиційному розумінні. Для цього перший розділ посібника включає добірку фізичних задач та прикладів



їх розв'язання з використанням геометрично-графічного, графічного та координатно-графічного методів моделювання (детальніше відповідна інформація представлена у додатках Е1 – Е3). Крім цього, у першому розділі подано власне бачення розв'язування задач з механіки за допомогою графічного методу (на відміну від традиційного аналітичного), що були запропоновані під час ЗНО з фізики останніх років [72].

Другий етап формування предметної компетентності студентів з фізики з використанням систем КГ (розділ 2 «Моделювання фізичних явищ і процесів за допомогою кросплатформених динамічних математичних програм») реалізується їх залученням до розв'язування широкого діапазону фізичних задач засобами програмних пакетів GRAN, GeoGebra, Mathcad, які зокрема передбачають: побудову та комплексний аналіз залежностей між фізичними величинами; розв'язування задач на екстремум; побудову графіків функціональних залежностей величин; розв'язування задач, у яких функції задано параметрично; перевірку справедливості фізичних законів; обробку та аналіз експериментальних результатів. Кожна з означених задач доповнена завданнями на самостійне опрацювання та виконує інформаційну, ілюстративну, компенсаторну, інтегративну та дослідницьку функції графічного методу. Особливу увагу в цьому

розділі приділено використанню графічних засобів СКМ Mathcad на лабораторних заняттях з фізики. Як свідчить власний педагогічний досвід, виконання студентами розроблених автором чотирьох лабораторних робіт («Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса», «Дослідження криволінійного руху, перевірка законів кінематики руху тіла, що кинуте під кутом до горизонту», «Вивчення роботи фотоелемента та перевірка законів фотометрії», «Вивчення роботи термоелемента та його градування») з використанням цього засобу КГ сприяє формуванню їх експериментаторських та графоаналітичних умінь, навичок пошуково-дослідницької діяльності, інформаційної культури і комп'ютерної грамотності.

Оскільки обов'язковим компонентом формування предметної компетентності студентів з фізики, на що було акцентовано увагу в першому розділі, має бути розвиток критичного мислення, важливо щоб їх пізнавальна діяльність під час розв'язування навчальних завдань з використанням систем КГ була спрямована не лише на результат діяльності, але й прийоми, методи та операції, за допомогою яких вона здійснюється, що потребує окремої уваги і контролю з боку викладача. У зв'язку з цим оцінювальний компонент методичної системи навчання дозволяє провести діагностику її результативності за розробленими критеріями та показниками рівня сформованості предметної компетентності студентів з фізики. Оскільки предметна компетентність передбачає набуття студентами предметних знань, умінь, навичок, особистісних якостей, цінностей і ставлень, оволодіння певними методами і способами навчально-пізнавальної діяльності, у тому числі з використанням сучасних комп'ютерних технологій, до критеріїв її сформованості ми відносимо когнітивний, діяльнісний та особистісний, які співвідносяться з відповідними компонентами предметної компетентності. Матеріали до моніторингу рівня сформованості предметної компетентності студентів викладено у підрозділі 2.1, додатках до дисертації, методичному посібнику «Графічне моделювання фізичних явищ і процесів» [74] та на сайті Хіміко-технологічного коледжу імені Івана

Кожедуба Шосткинського інституту Сумського державного університету (<http://colledge.centri.today>).

Таким чином, методичну систему формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ ми розглядаємо як цілісний об'єкт, що базується на взаємозв'язку окремих компонентів (цільового, змістового, процесуального та оцінювального) і передбачає реалізацію певних методологічних підходів та організаційно-педагогічних умов, за яких забезпечується ефективне досягнення освітніх цілей. Розроблена методична система навчання фізики є відкритою та гнучкою; її змістовний та процесуальний компоненти спроектовано з урахуванням принципів науковості, наочності, доступності, системності, свідомості, активності та самостійності, інформатизації та комп'ютеризації освітнього процесу та ґрунтується на засадах інтеграції змісту фізики та професійно орієнтованих навчальних дисциплін підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, оптимального добору традиційних та іноваційних форм, методів і засобів навчання, у тому числі сучасних ІКТ і систем КГ, а також системного моніторингу якості освітніх результатів. Формування у студента предметної компетентності з фізики на належному рівні сприятиме успішному опануванню навчальним матеріалом дисциплін фахового спрямування та створюватиме необхідні умови для його особистісного і професійного зростання.

2.3. Методика формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку під час вивчення нового навчального матеріалу з використанням систем комп'ютерної графіки

Як було зазначено вище, інформатизація фізичної освіти у підготовці студентів коледжів техніко-технологічного напрямку передбачає створення предметно-орієнтованого освітнього середовища, що забезпечуватиме на основі інтегративного підходу, використання сучасних програмних педагогічних засобів навчання цілеспрямоване та послідовне формування їх предметної компетентності та професійно важливих якостей особистості. Аналіз методів та

програмних засобів КГ, зроблений у підрозділі 1.3, дозволив нам виділити в проектуванні змісту навчання фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку такі складові комп'ютерно-графічних технологій: комп'ютерне графічне моделювання, графічні користувацькі та лабораторні інтерфейси, інфографіку, Mind map. Для впровадження виділених елементів комп'ютерно-графічних технологій в методичну систему формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів з використанням систем КГ було обрано програму динамічної математики GeoGebra, СКМ Mathcad, ППЗ Gran, засоби створення інфографіки та Mind map, графічний інтерфейс цифрової лабораторії Register Data Logger, які задовольняють вище окресленим принципам діяльнісного навчання, диференціації, раціональності та цілісності, інтегративності. Центральним принципом, на якому проектується будь-яка методична система, є принцип системності, за яким всі її елементи мають бути взаємопов'язані та узгоджені між собою, зокрема змістова та процесуальна складові. Зупинімося докладніше на методиці реалізації змістової складової методичної системи формування предметної компетентності студентів під час різних форм організації занять з фізики (лекцій, практичних і лабораторних робіт, самостійної роботи) з використанням обраних систем КГ.

Формування когнітивного компонента предметної компетентності з фізики студентів техніко-технологічних коледжів з використанням систем КГ регламентується окресленими в підрозділах 2.1 і 2.2 вимогами до засвоєння системи знань з дисципліни «Фізика» і починається з першого лекційного заняття. Лекція як одна з провідних форм організації освітнього процесу виконує ряд важливих функцій (інформаційну, пояснювальну, систематизувальну, мотиваційну, розвивальну, виховну), від логічності, змістовності, наукової обґрунтованості матеріалу якої залежить рівень розуміння й засвоєння студентами нової інформації. У більшості випадків якість і ґрунтовність отриманих студентами знань на лекційному занятті тільки підвищиться, якщо там, де це потрібно й доречно, вербальну комунікацію доповнити візуальною за рахунок використання графічних анімаційних моделей.

Наприклад, у ході лекційних занять з теми «Фізичні основи механіки» доцільно долучити комп'ютерні графічні анімаційні моделі програмного засобу GeoGebra, які можуть супроводжувати розповідь викладача, розкриваючи зміст того чи іншого питання або факту. Так, у разі опрацювання теми: «Графічне представлення механічної енергії. Закон збереження й перетворення енергії», зміст якої подано в додатку Е.4, передбачено здійснення підтримки розповіді викладача за допомогою відповідної комп'ютерної анімації (рис. 2.3). Розглянемо конструктивні деталі такої анімації та методичні особливості її використання.

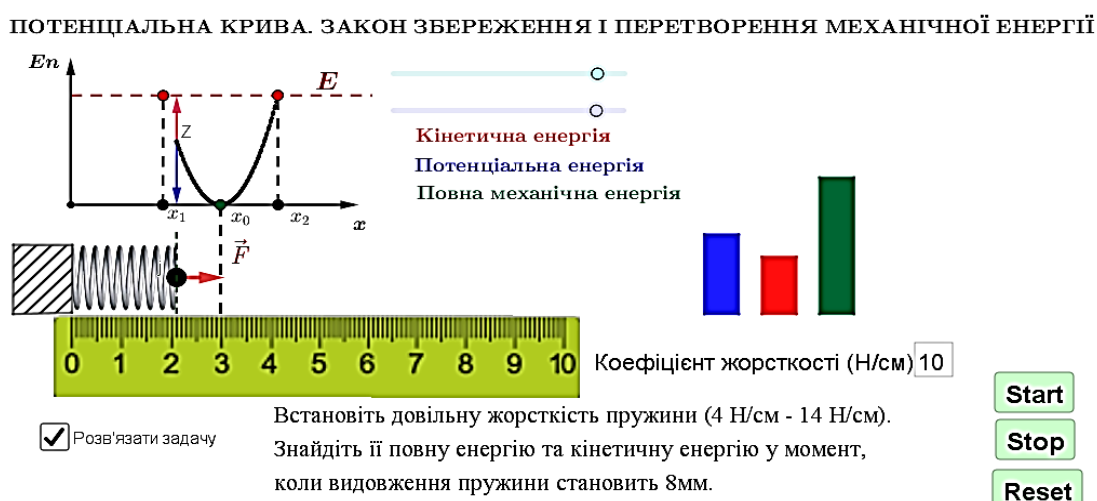


Рис. 2.3. Анімація до теми «Графічне представлення механічної енергії. Закон збереження і перетворення енергії»

Зазначена графічна анімація містить [85, с.45]:

- потенціальну криву, на якій за допомогою векторів у кількісному співвідношенні відображаються зміни кінетичної і потенціальної енергій. Паралельно ці зміни ілюструються за допомогою динамічної гістограми;
- графічний об'єкт (пружину) з демонстрацією напрямку дії та величини сили, що супроводжує деформацію пружини;
- користувацький маніпуляційно-графічний інтерфейс, який запускає та в будь-який момент зупиняє і відновлює анімацію (Start, Stop, Reset);
- інструменти інтерактивної взаємодії (обрання довільного коефіцієнта жорсткості пружини);

– нескладну фізичну задачу на закріплення матеріалу. Для цього студент використовує одержані знання та навички роботи з елементарними вимірювальними приладами (лінійкою).

Запропонована анімація дозволяє ознайомити студентів з поняттям потенціальної кривої та показати її характер на прикладі горизонтального руху тіла на пружині; продемонструвати закон збереження механічної енергії з одночасним залученням гістограми, динамічного графіка $E_n(x)$, візуалізації процесу деформації пружини. Водночас на закріплення вивченого матеріалу можна запропонувати неважку задачу, яка сприятиме формуванню у студентів рефлексії щодо набутого знання. Під час розповіді викладача умову цієї задачі, щоб не відволікати студента від сприйняття навчальної інформації, можна прибрати за допомогою об'єкту «Розв'язати задачу».

Дидактична цінність зазначеної анімаційної моделі, на нашу думку, полягає у візуалізації процесу деформації пружини, що супроводжується графічною ілюстрацією кількісного взаємозв'язку між потенціальною енергією та координатою, яка дозволяє з'ясувати якісно фізичну сутність явища та скоротити часові витрати на засвоєння матеріалу. Урізноманітнення форми подання залежності $E_n(x)$ (гістограма, вектори, графік), що супроводжується логічно завершеним викладом навчального матеріалу викладачем, озброює студентів навичками роботи з різними видами графічних об'єктів, візуальної оцінки кількісних співвідношень та сприяє використанню різних видів мислення (наочно-образного та абстрактно-логічного), а отже, способів сприйняття інформації: аудіального, візуального, кінестетичного, дискретного. Прикладом є залучення емоційної пам'яті студентів до формування смислових зв'язків між елементами навчального матеріалу, що гарантує міцність його засвоєння та допомагає розв'язати питання перенесення набутого досвіду на вирішення нових проблемних ситуацій, зокрема у майбутній професійній діяльності. До того ж маємо констатувати, що анімація «Графічне представлення механічної енергії. Закони збереження і перетворення енергії» задовольняє раніше окресленим принципам добору освітніх електронних ресурсів (раціональності і цілісності,

діяльнісного навчання тощо) та є зручною для користувачів. Так, під час демонстрації фізичного процесу користувацький інтерфейс програми дає змогу в будь-який момент зупинити анімацію, а потім відновити/перезавантажити її показ.

Відмінність запропонованого вище підходу до супроводження лекційного матеріалу від традиційних форм подання інформації полягає в можливості за допомогою динамічних графічних ілюстрацій на одному засобі з максимальною повнотою розкрити закон збереження і перетворення енергії в механіці та доповнити їх матеріалом задачі. Отже, така анімація здатна майже повністю відтворити хід лекції: від ознайомлення з навчальним матеріалом до його закріплення (наявність зворотного зв'язку), що позбавить викладача необхідності пошуку та використання відразу декількох друкованих або електронних ресурсів, а студенту забезпечить формування міцних знань (на основі залучення різних видів сприйняття інформації) та навичок використання ІКТ для пояснення фізичних явищ, процесів, законів, розв'язування фізичних задач.

Наступним прикладом використання засобів КГ під час вивчення нового матеріалу є залучення анімаційних динамічних моделей для демонстрації роботи теплових машин (теплових двигунів). Зазначимо, що розгляд принципу дії теплового двигуна та холодильної машини під час вивчення термодинаміки має важливе практичне значення для студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. Такі машини мають широке застосування як у побуті, так і на підприємствах, з якими пов'язана майбутня професійна діяльність техніко-технологічного фахівця. З метою усвідомлення студентами сутності і закономірностей функціонування теплових машин на допомогу викладачеві приходять анімаційні моделі на основі програмного пакета GeoGebra. До таких моделей відносимо комп'ютерну анімаційну модель «Теплові машини. Цикл Карно», що розкриває принцип роботи теплового двигуна і холодильної машини на прикладі циклу Карно (рис. 2.4) та може бути використана у ході лекційного заняття за відповідною темою.

Зазначена графічна анімація дозволяє через динамічну візуалізацію теплового двигуна за допомогою кольору максимально реалістично передати

явища (нагрівання та охолодження газу) для кожного такту робочого циклу (додаток Е.5). Таку динамічну анімацію має сенс використовувати для створення проблемної ситуації, у дистанційному навчанні або самостійній роботі. Анімаційна модель «Теплові машини. Цикл Карно» включає:

- графічну інтерпретацію циклу Карно на (P, V) діаграмі;
- анімаційну модель теплового двигуна (холодильної машини);
- кнопки керування анімацією.

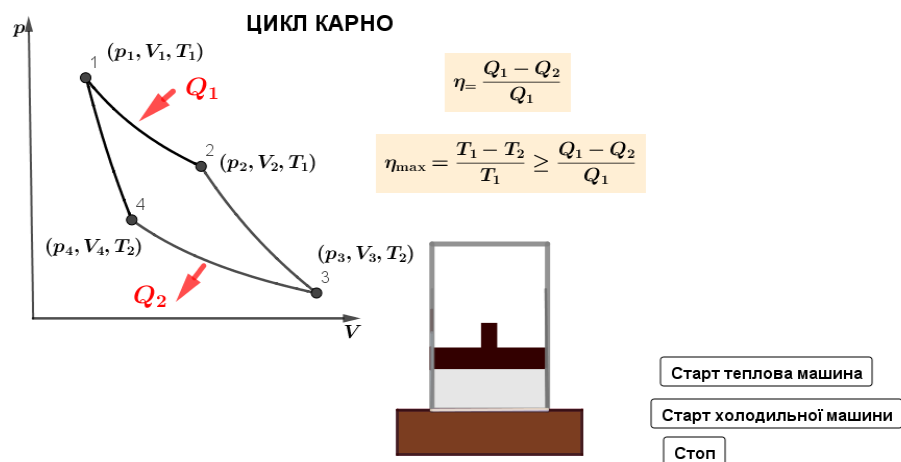


Рис. 2.4. Анімація «Теплові машини. Цикл Карно»

Дана анімація дозволяє одночасно з прямим циклом увести поняття оборотних процесів та оборотного циклу, який реалізується в холодильних машинах. Разом з тим візуалізація роботи теплового двигуна (кожен такт роботи) супроводжується послідовною побудовою діаграми з поданням аналітичних співвідношень, що важко відтворити без використання засобів ІКТ. Варто зазначити, що використання графічної анімації «Теплові машини. Цикл Карно» під час лекції сприяє створенню цілісних уявлень студентів про закономірності функціонування теплових і холодильних машин, уможливорює звільнення часу на з'ясування технічних аспектів роботи теплових двигунів. Розглянемо коротко методичні особливості використання зазначеної анімації у навчанні фізики.

Методичний коментар. Оскільки дія теплового двигуна і холодильної машини заснована на спільних термодинамічних закономірностях, доцільно їх розглядати з єдиних позицій. Для ознайомлення із загальними принципами

роботи теплової машини та її термічним коефіцієнтом корисної дії (ККД) користуються динамічною (P,V) діаграмою, одночасно супроводжуючи розповідь анімаційною моделлю теплової машини, що ілюструє досліджуваний процес. Під час демонстрації моделі акцентуємо увагу на тому, що всі теплові машини, незалежно від особливостей їх конструкцій, складаються з нагрівника, холодильника і робочого тіла та здійснюють перетворення внутрішньої енергії останнього в механічну. Звертаємо увагу студентів, що процеси передачі кількості теплоти від нагрівника робочому тілу та від робочого тіла холодильнику відповідно до другого закону термодинаміки є немінучими (моделювання таких процесів можна спостерігати в анімації одночасно за допомогою діаграми і моделі машини, попередньо натиснувши на кнопку «Старт теплова машина»).

Оскільки після виконання роботи тепловою машиною її потрібно повернути в початковий стан, то студентів підводять до очевидного факту: теплова машина має працювати циклічно. Звертаємо їх увагу, що реальні двигуни працюють за розімкнутим циклом, під час якого відбувається викид використаного газу та забір нової порції. Тому наголошуємо, що надалі розглядатиметься робота теплової машини за замкнутим циклом на діаграмі (P,V) анімації. Зауважимо, що робота теплової машини відбувається за умови теплоізоляції стінок двигуна і теплопровідності його дна. Тепловій машині відповідає прямий цикл, під час якого робоче тіло виконує позитивну роботу, яка на (P,V) діаграмі дорівнює площі фігури замкненого циклу. ККД реальної теплової машини обчислюють за відомою формулою: $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$. ККД ідеальної теплової машини, що працює за оборотним циклом Карно (дві ізотерми та дві адіабати), визначають як:

$$\eta_{max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}. \quad (2.1)$$

Необхідно звернути увагу студентів на те, що ККД ідеальної теплової машини є максимально можливим (нерівність Клаузіуса): $\eta_{max} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \geq 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$.

Отже, робота теплової машини визначається температурами його теплових резервуарів та кількостями теплоти, якими вони обмінюються з робочим тілом у

ході циклу. Акцентуємо увагу студентів на тому, що знак рівності в останньому виразі відповідає оборотним, знак нерівності – необоротним процесам. Далі необхідно ввести поняття необоротного процесу, як такого, що допускає повернення системи у початковий стан лише за умови певних змін у навколишньому середовищі. Отже, формулюємо висновок: усі теплові процеси в природі є необоротними.

Для здійснення оборотного теплового процесу необхідно виконати ззовні роботу або витратити енергію. Як приклад, студентам потрібно запропонувати принцип роботи холодильної машини на основі розгляду оборотного циклу Карно із залучення анімаційної моделі теплового двигуна, (P, V) діаграми, математичних співвідношень. Перед ознайомленням з матеріалом, який буде супроводжуватися комп'ютерною анімацією, звертають увагу студентів, що оборотність циклу досягається завдяки наближеності температури робочого тіла (T_2) і холодного тіла T_x у процесі 4–3 (рис. 2.4), температури робочого тіла (T_1) і гарячого T_r у процесі 2–1. Разом з демонстрацією анімації доречно подати термодинамічну схему холодильної установки, що працює за циклом Карно, яка може бути заздалегідь підготовлена за допомогою векторного графічного редактора Inkscape.

Під час розкриття студентам принципу дії холодильної машини наголошують, що процес передачі теплової енергії від менш до більш нагрітого тіла в цих установках відбувається внаслідок витрати роботи A , яку обчислюють як різницю теплоти Q_2 , що передається робочому тілу від холодного тіла, та теплоти Q_1 , яке робоче тіло віддає гарячому. Від'ємне значення такої роботи ($Q_1 > Q_2$) говорить про неможливість охолодження тіл до температур, нижчих за температури навколишнього середовища, без будь-яких змін у системі.

Користуючись формулою визначення холодильного коефіцієнта

$$\varepsilon = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

(на відміну від ККД теплової машини може приймати значення більші за одиницю), студентів запевняють в тому, що ефективність роботи холодильної машини, що працює за оберненим циклом Карно, за мінімальної різниці температур холодного й гарячого тіл зростає. Крім цього, до вивчення

теми «Теплова машина. ККД теплової машини» можна подати інфографіку, яка забезпечить додаткову візуально-інформаційну комунікацію між графічними об'єктами та аудиторією, розкриє основні закони, поняття, історичні факти, пов'язані з будовою та роботою теплових машин, розвиватиме інформаційну культуру (додаток Е. 8). Зазначимо, що ефективність реалізації окресленого вище методичного підходу з використанням засобів КГ підтверджується результатами експрес-контролю студентів у вигляді усного опитування (див. додаток Е.6) за вивченим матеріалом, яке показало майже 100% його розуміння. У зв'язку з практичним значенням такого матеріалу для студентів коледжів техніко-технологічного напрямку доречно його поглибити через ознайомлення майбутніх фахівців з основними елементами конструкції сучасних холодильних установок та звернути увагу на роботу теплових насосів. Проведемо короткий аналіз роботи теплових насосів у процесі розкриття міжпредметних зв'язки фізики та дисциплін професійної підготовки під час лекційного заняття.

У сучасній компетентнісній фізичній освіті студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, в якій головною метою є не одержання суми знань, а оволодіння студентами певним набором компетентностей та наскрізних умінь, відчутно зростає питома вага професійно орієнтованих знань. З метою набуття студентами таких знань, підвищення ефективності процесу формування предметної компетентності досить важливою є цілеспрямована реалізація міжпредметних зв'язків, що в контексті нашого дослідження, крім використання графічного методу пізнання та систем КГ передбачає підбір змісту навчання, в якому навчальна інформація з фізики перетинається з інформацією, що становить предмет вивчення дисциплін професійної підготовки техніко-технологічних фахівців. На думку Ю.П. Бендеса, об'єднання понять фізики та інших природничих та технічних дисциплін «володіє високим пізнавальним і розвиваючим потенціалом, здатністю мінімальними засобами проектувати максимум нових знань, концентрувати та інтегрувати їх. Водночас міжпредметні зв'язки, які підкріплені застосуванням комп'ютерних технологій, дозволяють усебічно розглянути суть фізичних явищ і процесів. Їх використання є тією зв'язуючою

ланкою, що допомагає вирішенню однієї з головних освітніх проблем – організації успіху у вивченні дисциплін природничо-наукового циклу, дисциплін професійної підготовки та у майбутній професійній діяльності» [15, с. 17].

Свідоме розуміння й опанування студентами навчальним матеріалом міжпредметного та професійно-орієнтованого змісту відбувається у ході лекційних занять, розв'язування фізичних задач, самостійної роботи, виконання індивідуальних творчих завдань, підготовки повідомлень, створення й розв'язання проблемних питань. Так, необхідність вивчення принципів дії теплової та холодильної машин викликано професійною спрямованістю курсу фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку, а отже, потребою поглиблення знань студентів через використання завдань професійно орієнтованого змісту. Вище нами було наведено методичні рекомендації з якісного опанування студентами навчальним матеріалом за темою «Теплова і холодильна машини». Пропонуємо розглянути студентам практичну сторону (переваги) використання теплового насоса (холодильної машини).

Розв'язування завдання. Тепловий насос – це холодильна машина, яку використовують для нагрівання гарячих резервуарів, наприклад приміщень, за рахунок теплоти, що відбирається від холодних, наприклад оточуючого середовища. Схема роботи теплового насоса ідентична схемі холодильної установки, тому моделювання його роботи доцільно відтворити за допомогою графічної анімації «Теплові машини. Цикл Карно». На переваги використання теплового насоса у порівнянні з безпосереднім опаленням вказує ідея динамічного опалення, яка полягає у тому, що теплоту згоряння палива використовують для отримання механічної роботи, за допомогою якої й запускається тепловий насос для обігріву приміщення.

За умови малої різниці температур оточуючого середовища та опалювального приміщення останнє одержує більшу кількість теплоти, ніж та, яка виділяється після згоряння палива. Такий процес пояснюємо тим, що механічну роботу можна повністю перетворити у внутрішню за будь-якої температури (механічна енергія має більшу якість і менше знецінення). Як відомо,

внутрішню енергію будь-якого джерела, на жаль, повністю перетворити в роботу неможливо. У цьому разі маємо справу з необоротними тепловими процесами (зменшення якості теплової енергії). Останнє пояснюємо за другим законом термодинаміки, одне з еквівалентних формулювань якого говорить про те, що неможливий такий тепловий процес, у результаті якого теплота самовільно передається від менш до більш нагрітих тіл. Можна стверджувати, що тепловий насос вилучає необоротність теплообміну між тілами з різними температурами. З огляду на це відбувається підвищення якості теплової енергії, що передається приміщенню. У цьому й полягає висока ефективність роботи теплових насосів.

Очевидно, що завдання формування та збагачення знань студентів на основі міжпредметних зв'язків можна реалізувати практично на кожному лекційному занятті за допомогою створення проблемної ситуації. Не є винятком вивчення гармонічних механічних коливань. Так, проблемну ситуацію на лекції про механічні коливання та їх кінематичні характеристики починаємо з питань, що активізують процеси мислення майбутніх фахівців та створюють позитивний фон для опанування навчальною інформацією. Пропонуємо такі проблемні запитання:

- які характерні особливості коливального процесу?
- які коливання є гармонічними?
- які функції виконують механічні коливальні процеси у техніці?
- у яких випадках треба запобігати коливанням?
- за яких умов виникає резонанс?

Пояснення навчального матеріалу проводимо у такій послідовності: у техніці механічні коливальні процеси виконують певні необхідні функції в коливальних контурах, перфораторах, вібраційних транспортних засобах, маятниках, резонансних машинах (для зміни фізичних властивостей матеріалів) або приводять у роботі машин до певних негативних наслідків (вібрації конструкцій, споруд, окремих деталей). Наприклад, під час взаємодії трактора і знаряддя з ґрунтом коливальні процеси можуть генеруватися окремими агрегатами та системами трактора.

Одним із напрямів встановлення міжпредметних зв'язків курсу фізики та дисциплін (теорії вибухових речовин, балістика та ін.) фахової підготовки студентів, що працюватимуть у майбутньому на підприємствах хімічної та оборонної промисловостей, є застосування знань із статистичної фізики для розгляду піротехнічних явищ, які відбуваються під час руху снарядів в атмосфері й горіння пороху та рух снаряду в каналі ствола гармати під час пострілу. Надзвичайно корисним для майбутніх фахівців, на наш погляд, є розгляд фізичних основ пострілу. Так, явище, що відбувається в каналі ствола гармати під час горіння пороху та розширення порохових газів, можна наближено описати за допомогою рівняння стану ідеального газу. Це дозволяє зробити його якісний аналіз та наближено побудувати графіки залежності тиску p порохових газів і швидкості снаряда v від шляху l , який він проходить в каналі.

Задля підвищення ефективності сприйняття навчальної інформації та досягнення освітніх цілей пропонуємо досліджувати явище пострілу за допомогою його динамічної графічної ілюстрації та інтерпретації функціональних залежностей $p(l)$, $v(l)$ з використанням програми GeoGebra (рис. 2.5). Представимо коротко фізичні основи явища пострілу (горіння пороху в змінному об'ємі).

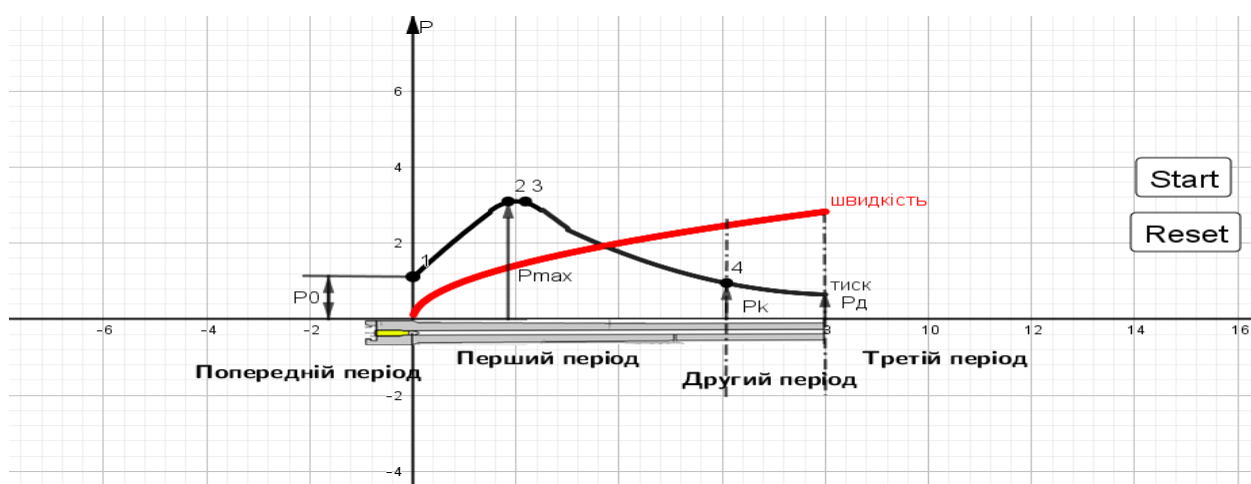


Рис. 2.5. Динамічна ілюстрація явища пострілу

«Явище пострілу складається з таких періодів: попередній (піростатичний) – від початку горіння запальника до початку руху снаряда; перший (піродинамічний) – період горіння пороху в об'ємі, коли порохові гази, надаючи снаряду швидкість,

здійснюють роботу за рахунок власної енергії; другий (термодинамічний) – від кінця горіння пороху до вильоту снаряда зі ствола гармати; третій – період післядії газів. Пропонуємо студентам розглянути особливості зміни тиску порохового газу в стволі та швидкості снаряда за різних періодів» [9, с. 159].

На попередньому етапі відбувається запалювання суміші капсуля внаслідок удару бойка і горіння пороху в постійному об'ємі доти, доки через зростання маси та температури його тиск не досягне величини, достатньої для подолання опору врізання оболонки снаряда в нарізи ствола. Оскільки такий процес відбувається за постійного об'єму, то відповідно до закону Менделєєва-Клапейрона: $p = \frac{R}{V \cdot \mu} mT$, де величина $\frac{R}{V \cdot \mu} = const$. Отже, $p = C_1 mT$, тому тиск газу буде зростати до моменту зрушення снаряда з місця і за дослідними даними набуватиме значення $p_0 = 25 \dots 50$ МПа.

Перший період можна розділити на три етапи:

1) супроводжується зростанням тиску до максимального значення P_{max} внаслідок зростання маси газу, що випереджає зростання його об'єму (ділянка 1–2 графіка $p(l)$ на рис. 2.5), зокрема: $p = (R/V \cdot \mu) mT$; об'єм газу $V = Sl$, де S – площа перерізу каналу ствола. Одночасно відбувається зростання швидкості снаряда на ділянці 1–2;

2) зростання тиску газу сприяє зростанню лінійного прискорення снаряда. У деякий момент швидкість зростання маси газу та зміни його об'єму вирівнюються, що відповідає горизонтальній ділянці (2–3) графіка $p(l)$, де $p = const$;

3) далі, незважаючи на горіння пороху, через збільшення швидкості руху снаряда й об'єму заснарядного простору тиск починає падати до деякого значення P_k . Зміною маси газу в цьому випадку можна знехтувати. З рівняння стану ідеального газу $p = \frac{C_2}{V}$. На графіку $p(l)$ (3–4) ця ділянка подана ізотермою, що підтверджується теоретично та дослідними даними.

Другий період. Під час цього періоду маса газу залишається сталою внаслідок припинення згорання пороху. Наближено залежність $P(V)$ можна

подати у вигляді $p = \frac{C_3}{V}$, що графічно продовжує попередню ізотерму. Швидкість снаряда в цей період продовжує зростати. Очевидно, що тиск газу падає до деякого значення P_d (дуальний). За дослідними даними $P_d=30\dots60$ МПа, а температура становить $2500\dots3500^{\circ}\text{C}$, час трьох періодів дорівнює $0,002\dots0,006$ с.

Третій період. Після вильоту снаряда газу, що витікають чинять тиск на снаряд, надаючи йому додаткове прискорення, тому можна говорити про статичний тиск газу, що діє на дно снаряда, який обчислюється за формулою $p = \frac{\rho v^2}{2}$.

Довжина ділянки післядії у деякої стрілецької зброї може досягати декількох метрів.

Звертаємо увагу студентів на тому, що коефіцієнт корисної дії (відношення корисної роботи порохових зарядів до повної енергії запалу) артилерійської зброї 25–45%. Система «ствол-снаряд-заряд» є термодинамічною машиною, в якій відбувається перетворення теплової енергії пороху в кінетичну енергію снаряда і ствола. Цей факт також може бути використаний під час професійно зорієнтованої організації навчання фізики.

Як було зазначено раніше, формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку є важливим елементом розвитку компетентнісної особистості, що відбувається в узгодженій взаємодії з професійною підготовкою. Прикладом реалізації принципів пропедевтики та наступності на лекційних заняттях з фізики під час підготовки техніко-технологічних фахівців машинобудівної та хімічної промисловості є моделювання поведінки реальних газів з залученням програмно-апаратних засобів КГ Mathcad. Використання графічного потенціалу системи комп'ютерної математики Mathcad у навчанні фізики уможливорює виконання зазначених у підрозділі 1.2 функцій графічного методу дослідження – проведення детального графічного аналізу поведінки реальних газів за рівнянням Ван-дер-Ваальса, визначення параметрів критичного стану реального газу внаслідок зміни за допомогою повзунка температури (Т) та вибору поправок на додатковий тиск (а) та власний об'єм (b) молекул (рис. 2.6).

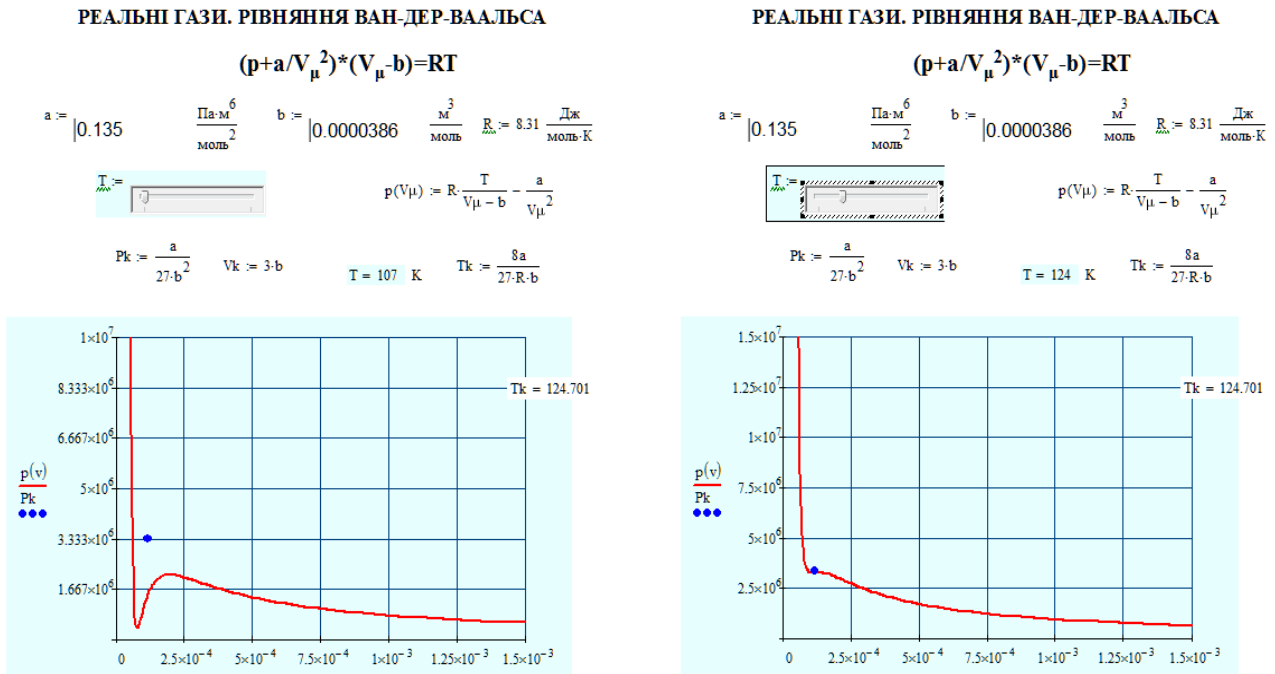


Рис. 2.6. Ізотерми реального газу за температур $T_1=107 \text{ К}$ та $T_2=124\text{К}$

Так за допомогою динамічної моделі подають графічну інтерперетацію рівняння Ван-дер-Ваальса, демонструють трансформацію ізотерм реального газу в ізотерми ідеального газу. Наголошують, що така трансформація відбувається за T_k – критичної температури, при якій зникає різниця між рідиною і газом. Це означає, що за температури вище критичної речовина може існувати лише у газоподібному стані і ніяким збільшенням зовнішнього тиску її не можна перевести у рідкий стан. Далі звертають увагу, що для різних газів існують свої параметри критичного стану, які визначають через відповідні поправки. Після цього, користуючись анімацією та інтерактивною дошкою, аналізують вигляд теоретичних та експериментальних ізотерм. Водночас скориставшись графічними засобами текстових редакторів, наприклад, Microsoft Word, графічну модель поведінки реального газу доповнюють елементами, які розкриватимуть фазові стани речовини. До комп’ютерної моделі вивчення поведінки реальних газів можна додати контрольні запитання для закріплення та систематизації знань студентів (додаток Е.7).

Отже, система комп’ютерної математики Mathcad передбачає діяльнісне навчання студентів на конкретних екранних образах, які підводять їх до пізнання

внутрішньої природи фізичних явищ і процесів та сприяє формуванню когнітивного компонента предметної компетентності на засадах науковості і наочності навчання, доступності, системності та інформатизації. Власний педагогічний досвід свідчить, що такий підхід до вивчення фізики реальних газів може бути корисним як під час аудиторної, самостійної роботи, так і у форматі дистанційного навчання.

У підсумку зазначимо, що педагогічно доцільне і раціональне використання систем КГ (Mathcad, GeoGebra, інфографіки) під час опрацювання нового матеріалу в компетентнісному навчанні фізики надасть студентам зручний та ефективний інструментарій навчально-пізнавальної, а викладачам – професійної діяльності у вигляді динамічних анімаційних комп'ютерних графічних моделей, екранних образів фізичних явищ і процесів. Водночас навчання фізики на засадах міжпредметних зв'язків з використанням систем КГ сприяє зростанню інформативності та системності предметних знань, поглибленню їх змісту; відкриває широкі можливості для успішного розвитку діяльнісного, когнітивного та особистісного компонентів предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку як основи їх предметної/професійної компетентності; дозволяє розвивати наочно-образне та абстрактно-логічне мислення студентів, графоаналітичні вміння й навички, науковий світогляд та інформаційну культуру.

2.4. Формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку під час розв'язування практичних задач та виконання самостійної роботи

Складовими навчальних досягнень студентів з курсу фізики виступає не тільки засвоєння і розуміння теоретичного матеріалу, але й уміння і навички його практичного застосування у розв'язанні фізичних задач різного типу та рівня складності, виконання експериментальних завдань лабораторного практикуму, самостійної роботи, під час дослідницької діяльності. В умовах інформатизація

системи освіти виконання зазначених видів навчальної діяльності надає виняткової значущості проблемі розроблення комп'ютерно-орієнтованих способів їх реалізації.

З огляду на окреслені завдання, які здатні вирішувати системи КГ (див. п. 1.3), до розвитку згаданих умінь має сенс залучати програмні засоби навчального призначення, зокрема програми GeoGebra, GRAN, Mathcad. Реалізація цих програмних засобів в освітньому процесі з фізики забезпечує набуття студентами досвіду роботи з комп'ютерною технікою та його програмним забезпеченням, зокрема системами КГ; оволодіння методами та способами роботи з числовими і графічними даними; набуття практичних умінь і навичок дослідження комп'ютерних графічних моделей фізичних явищ і процесів, що передбачає цільовий компонент спроектованої нами методичної системи.

Загальновідомо, що дослідницька діяльність студентів у навчанні фізики як невід'ємний компонент освітнього процесу сприяє формуванню їх абстрактно-логічного і критичного мислення, яку можна реалізувати перевіряючи виконання фізичних законів як під час практичної роботи, так і при виконанні самостійної роботи за допомогою систем КГ. У якості прикладу розглянемо дидактичний потенціал програмних засобів GeoGebra та GRAN щодо перевірки виконання законів постійного струму.

1. Закон Ома для повного кола. Перевірка виконання закону Ома для повного кола ($I = \frac{\varepsilon}{R+r}$) графічними засобами GeoGebra передбачає побудову функціональної залежності $y = \frac{x+r}{\varepsilon}$, де $y = \frac{1}{I}$; $x = R$ (значення ε та r можна встановлювати за допомогою повзунка) (рис. 2.7).

Динамічне креслення, доповнене текстовою інформацією, показує лінійний характер залежності величини $1/I$ від опору R . Аналізуючи функцію $y(x)$ при $y=0$, очевидно, що величина опору r дорівнює модулю абсциси точки перетину графіка цієї функції з віссю OX . При цьому котангенс кута нахилу прямої до позитивного напрямку осі OX визначає величину ЕРС джерела струму, оскільки

$$y = \frac{x+r}{\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon}(x+r) .$$



Рис. 2.7. Перевірка виконання закону Ома для повного кола з використанням програмного засобу GeoGebra

Збільшуючи внутрішній опір за незмінної ε , можна переконатися, що відбувається зростання величини I/I , яка визначається за ординатою точки (A) перетину графіка $y(x)$ з віссю OY , а зростання ε веде до збільшення I (відповідно зменшення I/I). За значенням ординати цієї ж точки (A) можна судити про величину струму короткого замикання: $I_{\text{кз}} = I(I/I)$ за $R=0$. Якщо $R \rightarrow 0$ (за малих значень r), то $I_{\text{кз}} = \infty$ (рис. 2.8).

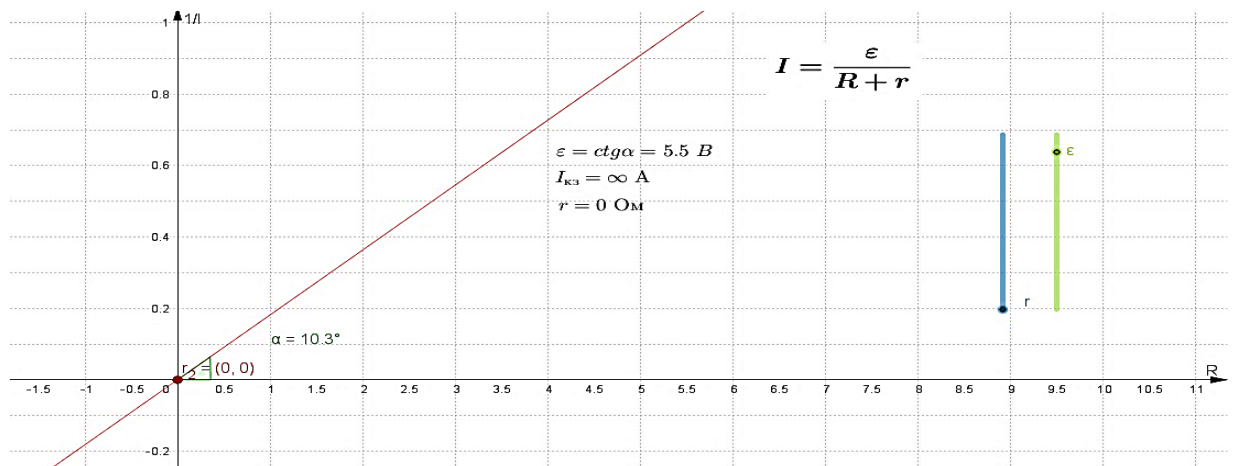


Рис. 2.8. Ілюстрація явища короткого замикання під час перевірки виконання закону Ома для повного кола з використанням програмного засобу GeoGebra

Відмінність запропонованої графічної анімації від інших відомих динамічних моделей, наприклад електронного підручника «Відкрита фізика»,

полягає у можливості активного залучення студентів до експериментаторської та пошуково-дослідницької діяльності з використанням систем КГ, що супроводжуватиметься не тільки набуттям фізичних знань і навичок застосування програмних засобів у навчанні, але й «набуттям знань та досвіду реалізації графічного методу дослідження фізичних законів за допомогою ІКТ» [85, с. 45]. Водночас «створення моделі та її візуалізація за допомогою комп'ютера дозволяє студентам отримати конкретний досвід щодо використання математики, фізики та інформатики на практиці» [258, с. 61]. Натомість знання студентів, одержані під час використання електронного підручника «Відкрита фізик» є здебільшого формальними, оскільки передбачають їх пізнавальну діяльність переважно за готовими інструкціями.

2. Паралельне і послідовне з'єднання джерел електричної енергії.

Задача. Електричне коло складається з двох однакових джерел енергії з ЕРС \mathcal{E} та внутрішнім опором r , які приєднані до резистора з опором R . Визначити, за яких умов у колі можна отримати найбільшу силу струму? У розв'язку задачі виокремимо теоретичну і процедурну частини та висновки.

Теоретична частина. Як відомо, джерела струму та електричні провідники можуть бути з'єднані послідовно та паралельно, для яких закон Ома відповідно матиме вигляд:

$$I_{\text{послід}} = \frac{2\mathcal{E}}{2r + R} \quad I_{\text{парал}} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{r}{2} + R} \quad (2.2)$$

Процедурна частина. Робота над завданням у програмі GRAN1 починається з виклику у вікні Список об'єктів контекстного меню та створення явного виду функції.

1. Вказуючи у вікні Введення виразу залежності функції $I_{\text{послід}}(X)$, $I_{\text{парал}}(X)$, обираємо за змінну X один з опорів (R або r). У нашому випадку за X візьмемо внутрішній опір джерела. ЕРС та інший опір задаємо параметрами $p1$ та $p2$. Фіксуємо значення одного з них та змінюючи за допомогою повзунка інший, досліджуємо характер залежностей $I_{\text{послід}}(r)/I_{\text{парал}}(r)$ та формулюємо висновки (рис. 2.9(а)).

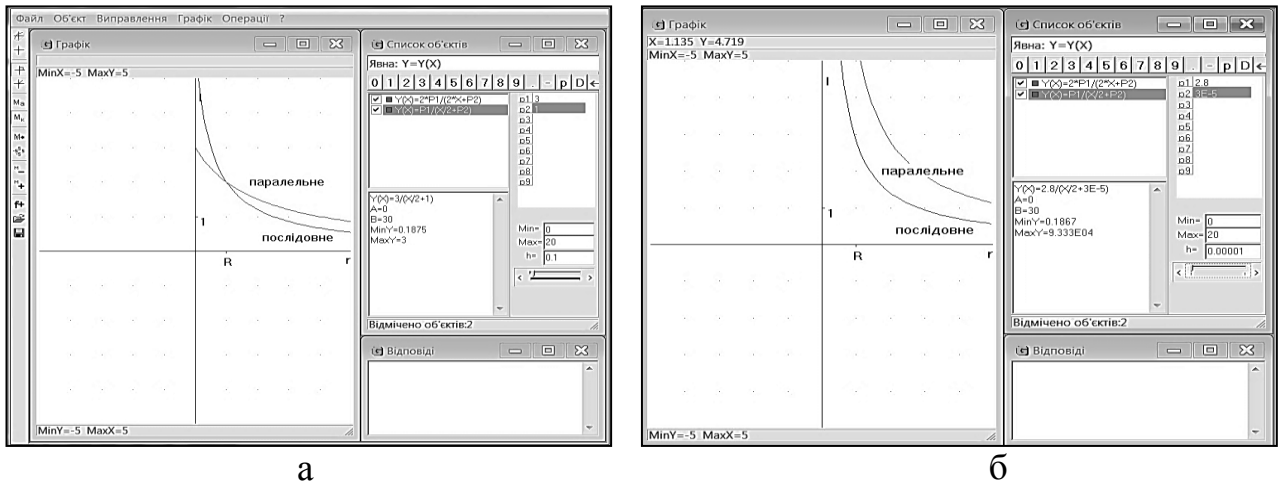


Рис. 2.9. Дослідження залежності сили струму від опору (а) та ілюстрація явища короткого замикання (б) для послідовного і паралельного з'єднання джерел струму з використанням програми GRAN1

Висновок. За графіками залежностей $I_{\text{послід}}(r)$, $I_{\text{парал}}(r)$ з'ясовуємо, що за певного значення ЕРС (r_1) для $r < R$ найбільшу величину струму отримуємо тоді, коли джерела з'єднані послідовно. Якщо $r > R$ – струм більший за паралельного з'єднання джерел. Точка перетину графіків функцій відповідає значенню $r = R$.

2. Змінюючи параметр r_2 , який відповідає значенню опору R зовнішнього кола, показуємо збільшення електричного струму як за послідовного, так і за паралельного з'єднань джерел при $R \rightarrow 0$, що відповідає стану короткого замикання (рис. 2.9(б)).

Висновок. Очевидно, що струм короткого замикання за паралельного з'єднання джерел буде більшим. Цей факт має теоретичне підтвердження, яке необхідно показати студентам після або перед перевіркою закону за допомогою програми GRAN:

$$I_{\text{послід.з.}} = \frac{\mathcal{E}}{r}; \quad I_{\text{парал.з.}} = \frac{2\mathcal{E}}{r} \quad (2.3)$$

Після ознайомлення студентів з прикладом застосування програмного засобу GRAN для дослідження паралельного і послідовного з'єднань джерел електричної енергії доцільно запропонувати студентам самостійно перевірити за допомогою програмного пакета GRAN виконання *релятивістського закону додавання швидкостей*. На нашу думку, цінність такого підходу до вивчення

законів послідовного і паралельного з'єднання джерел електричної енергії, насамперед, полягає в можливості свідомого і самостійного опанування студентами сутністю фізичних законів, здатності індивідуалізувати процес навчання, підвищити їх мотивацію у роботі з ППЗ GRAN, розвивати критичне мислення й графоаналітичні вміння.

Діяльнісний підхід у навчанні фізики у коледжах техніко-технологічного напрямку реалізується внаслідок залучення студентів до розв'язування різного типу задач, виконання практичних робіт пошукового характеру. Зупинімося докладніше на методиці розв'язування фізичних задач та виконанні комп'ютерно-орієнтованих практичних робіт за допомогою СКМ Mathcad та ППЗ GRAN. Використання СКМ Mathcad у навчанні фізики розглянемо на прикладі практичної роботи «Моделювання гармонічних коливань за допомогою систем комп'ютерної алгебри» (додаток Е.9).

Не викликає жодних сумнівів, що коливальні процеси посідають вагоме місце в житті людини та техніці. Отже, знайомство студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з теорією коливань є вкрай необхідним. Нами з'ясовано, що для інтенсифікації освітнього процесу та міцного засвоєння студентами знань з теорії коливальних процесів навчальну інформацію доцільно доповнити комп'ютерним графічним моделюванням, яке на відміну від традиційного інформаційно-репродуктивного підходу має більші можливості для індивідуалізації та самостійності пізнавальної діяльності студентів в опануванні новою навчальною інформацією. До того ж у зв'язку зі зниженням рівня математичної підготовки абітурієнтів коледжів будь-яке оперування апаратом вищої математики (знаходження похідної, інтеграла тощо), побудова графіків тригонометричних функцій викликають у студентів значні труднощі. Тому підтримка вивчення теми «Механічні коливання» у курсі фізики графічними засобами систем комп'ютерної математики допоможе майбутнім фахівцям вирішити цю проблему.

Незважаючи на те, що моделювання коливальних процесів засобами СКМ Mathcad стало об'єктом системного дослідження Р.В. Майєра (п. 1.3), питання

методики його використання в компетентнісному навчанні фізики не розглядалося. Учений, насамперед, звернув увагу на процесуальний бік їх вивчення (отримати за допомогою програми Mathcad графік коливань), що є недостатнім під час формування предметної компетентності студентів з фізики. Ми пропонуємо звернути увагу студентів не лише на процес побудови функціональних залежностей, але й на ґрунтовний їх аналіз, що розкриватиме особливості коливальних процесів. Залежно від навчальних цілей можна виділити два способи вивчення властивостей гармонічних коливань під час практичних робіт: а) одночасно з формуванням фізичних знань студентів набуваються навички роботи з програмним засобом; б) для вивільнення часу на розв'язання фізичних задач пропонуємо вивчати гармонічні коливання за готовими шаблонами, за якими, залежно від обраних студентами початкових умов, аналізується характер коливань кінематичних величин та надаються висновки. Розглянемо коротко методичні особливості вивчення механічних коливань студентами техніко-технологічних спеціальностей коледжів з використанням СКМ Mathcad.

Загальновідомо, що техніки-технологи в своїй професійній діяльності постійно зустрічаються з коливаннями технічного обладнання, різних конструкцій, елементів машин, які розглядаються як результат додавання декількох коливань. Тому динамічна інтерактивна візуалізація цих процесів з наступним їхнім аналізом, на наш погляд, сприятиме більш ґрунтовному опануванню навчальним матеріалом, підвищить інтерес, пізнавальну самостійність, а отже й якість набутих студентами знань і практичних умінь.

Для досягнення вищезазначених результатів, по-перше, студентам доцільно запропонувати за підготовленою інструкцією до практичної роботи з'ясувати характер гармонічних коливань, а саме: провести графічну інтерпретацію та порівняльний аналіз функціональних залежностей $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ (рис. 2.10). По-друге, дослідити додавання гармонічних механічних коливань за різних значень параметрів коливань (циклічної частоти, різниці фаз, амплітуди) та зарисувати вигляд результуючого коливання, надавши йому наукову інтерпретацію (рис. 2.11).

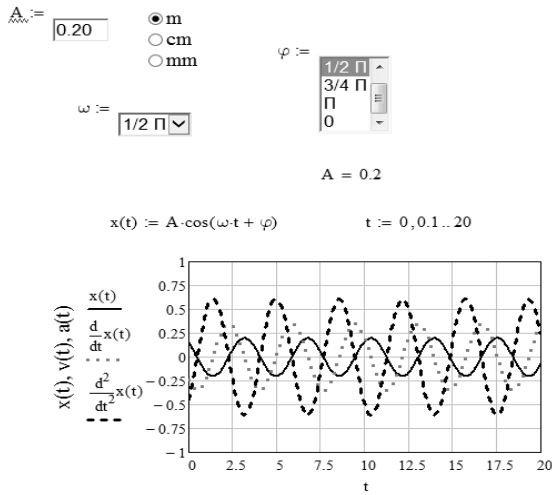


Рис. 2.10. Вивчення гармонічних коливань з використанням СКМ Mathcad



Рис. 2.11. Додавання гармонічних коливань з протилежними фазами

Звертаємо увагу студентів на те, що в теорії механічних коливань особливий інтерес викликає додавання коливань матеріальної точки, які вона здійснює одночасно у двох взаємно перпендикулярних напрямках:

$$\begin{cases} x1(t) := A1 \times \cos(\omega1 \times t + \phi1) \\ y2(t) := A2 \times \cos(\omega2 \times t + \phi2) \end{cases} \quad (2.4)$$

Тому далі студенти мають дослідити результат додавання взаємно перпендикулярних коливань. Під час збудження таких коливань матеріальна точка буде рухатись за певною криволінійною траєкторією, форма якої залежатиме від різниці фаз і співвідношення частот коливань. Траєкторії вздовж яких рухатиметься матеріальна точка, як відомо, називають фігурами Лісажу. Такі фігури можна отримати за допомогою осцилографа або гармонографа, але через брак часу та відсутність необхідних приладів доцільним рішенням проблеми візуалізації результату додавання взаємно перпендикулярних коливань матеріальної точки, на нашу думку, є імітаційне моделювання в електронному середовищі Mathcad, що дозволяє створити на екрані комп'ютера фігуру будь-якої форми.

Необхідною умовою формування цілісних уявлень майбутніх фахівців про коливальний рух є доповнення розглянутого вище навчального матеріалу змістом, що розкриває особливості затухаючих коливань. Для цього пакет Mathcad

забезпечений спеціальними інструментами розв'язування диференціальних рівнянь та унаочнення/візуалізації функціональних залежностей між фізичними величинами (обчислювальний блок Given/Odesolve). Варто відзначити, що вивчення студентами механічних затухаючих коливань не слід обмежувати побудовою функціональної залежності $x(t)$ за множиною розв'язків диференціального рівняння другого порядку. Так, необхідно за графіком залежності амплітуди коливань від часу (попередньо побудувати), надаючи певні значення коефіцієнту затухання δ та власній частоті коливальної системи ω_0 , провести розбір її поведінки й пересвідчитися, що амплітуда затухаючих коливань зменшується за експоненціальним законом (рис. 2.12).

Описана вище методика вивчення студентами гармонічних механічних коливань була апробована в коледжах/технікумах техніко-технологічного спрямування. Результати спостереження за експериментальними групами, які застосовували для вивчення механічних коливань графічні засоби Mathcad, дали можливість дійти висновку, що у цьому випадку відбувається підвищення інтересу студентів до вивчення фізики, зростання їх пізнавальної активності і продуктивності, а отже, поліпшення якості їх знань і практичних умінь.

ЗАТУХАЮЧІ КОЛИВАННЯ

КОЕФІЦІЄНТ ЗАТУХАННЯ

$$\delta := \frac{1}{0.1} \quad \frac{1}{s}$$

ВЛАСНА ЧАСТОТА КОЛИВАНЬ

$$\omega_0 := \frac{\pi}{4} \quad \frac{\text{рад}}{c}$$

$$\omega := \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} \quad \omega = 0.779$$

$$A(t) := e^{-\delta \cdot t} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$T := 2 \frac{\pi}{\omega \cdot \text{Hza}}$$

$$T = 1.284 \text{ s}$$

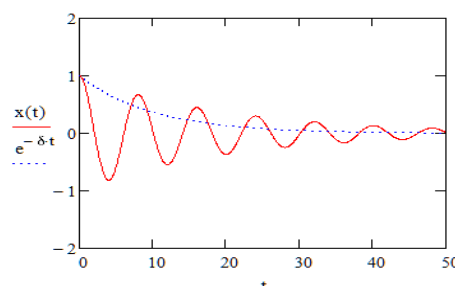


Рис. 2.12. Моделювання затухаючих коливань у середовищі Mathcad

Обов'язковим елементом процесу формування предметної компетентності студентів є розв'язування фізичних задач різного типу та рівня складності. Використання графічної візуалізації\моделювання у ході розв'язування фізичних

задач із залученням програми GRAN1 дозволяє здійснити більш глибокий аналіз фізичних явищ і процесів унаслідок переходу від їх математичних моделей до графічної інтерпретації; забезпечує набуття навичок розв'язування фізичних задач з використанням комп'ютерних засобів, індивідуалізацію навчання, уможливорює через керування графічною моделлю на екрані монітора варіювання компонентів задачі та розв'язування її на дослідницько-пошуковому рівні.

Під час проектування змісту навчання фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку в підрозділі 2.2 ми виділили низку фізичних задач, які, на нашу думку, доцільно розв'язувати за допомогою графічних засобів програмного комплексу GRAN. Приклади розв'язування задач запропоновано в авторському методичному посібнику [74] та у додатках до дисертації. Розглянемо коротко методичні особливості розв'язання таких задач.

Задача на екстремум. Нехай матеріальна точка рухається за законом $s(t) = -t^3 + 6t^2 + 37t + 30$. Знайти найбільшу швидкість точки та момент часу, в який її швидкість найбільша.

Аналітичний розв'язок такої задачі, запропонований у методичній літературі [183, с. 26], зводиться до знаходження інтервалу допустимих значень t ; обрання інтервалу часу, в межах якого відбувається рух тіла; одержання похідної функції $s(t)$, яка представлятиме собою функціональну залежність швидкості від часу. Далі за теоремою Вейєрштрасса визначають максимум такої функції на проміжку значень t . Це й буде максимальне значення швидкості руху матеріальної точки, а час, який йому відповідає – момент часу максимальної швидкості.

$$\text{Розв'язання: } -t^3 + 6t^2 + 37t + 30 \geq 0.$$

$$\text{Звідси } t \in (-\infty; -3] \cup [-1; 10] ; \text{ так як } t \geq 0 \Rightarrow t \in [0; 10]$$

$$\begin{aligned} \text{Оскільки } v(t) = s'(t) = -3t^2 + 12t + 37, \text{ то} & \quad (-3t^2 + 12t + 37)' = 0 \\ & \quad -6t + 12 = 0 \\ & \quad t = 2 \end{aligned}$$

$$v_{\max}(2) = 49$$

$$v(0) = 37$$

$$\text{Відповідь: } v_{\max}(2) = 49 \text{ (м/с).}$$

$$v(10) = -143$$

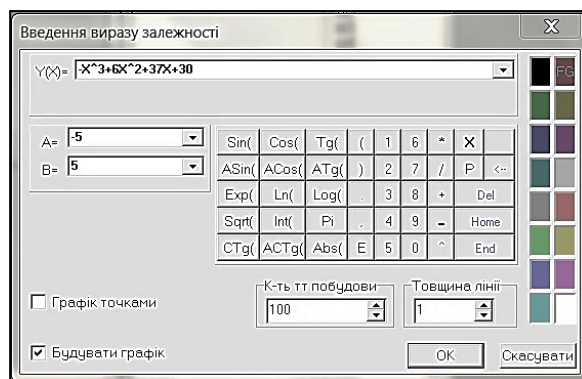
Значно простіше, а головне, більшу користь для розуміння фізики руху матеріальної точки, ми вважаємо, надасть графічний розв'язок цієї задачі, який можна здійснити за допомогою ППЗ GRAN1. У такому разі графічне моделювання фізичної задачі знижуватиме трудомісткість її розв'язання та сприятиме встановленню міжпредметних зв'язків на основі формування вмінь графічного моделювання та поєднання фізичних, математичних та інформатичних знань.

Водночас студенти одержують методологічні знання, вміння самостійно обирати методи та засоби власної діяльності.

Методичний коментар. Під час розв'язання запропонованої задачі ключовими інструментами в роботі постають команди: «Введення виразу залежності», «Побудувати графік», «Нерівності», «Похідна, будувати дотичну». Опишемо алгоритм розв'язування задачі.

1. У меню Об'єкт програми GRAN1 обираємо команду Створити або у вікні Список об'єктів викликаємо контекстне меню та вибираємо команду Створити.

2. У вікні Список об'єктів встановлюємо тип функціональної залежності «Явна: $Y(X_i)$ ». Звертаючись до



послуги Створити, у вікні Введення виразу залежності вводимо закон руху матеріальної точки $s(x) = -x^3 + 6x^2 + 37x + 30$, де x – час руху t .

3. У меню Графік користуємося командою Побудувати для побудови графіка функції $s(x)$.

4. У вікні Список об'єктів діапазон аргументу X за замовчуванням лежить в інтервалі від A до B , де $A = -5, B = 5$. Для визначення межі побудови графіка залежності $s(x)$ повинна виконуватися умова $s(x) \geq 0$. Отже, спочатку відмічаємо довільний діапазон аргументу $A = -100, B = 100$ (через меню Об'єкт команда Змінити). Далі відкриваємо меню Операції та вибираємо команду Нерівності.

5. У вікні Нерівності обираємо знак нерівності $Y(X) > 0 / s(x) > 0$, натискаємо кнопку ОК. На графіку червоною лінією програма автоматично відмічає діапазон

розв'язків нерівності. Одночасно цей розв'язок фіксується у вікні Відповіді. За отриманими результатами змінюємо діапазон аргументу (x/t). Він відповідатиме значенням $A=1, B=10$ (враховуючи, що $x \geq 0$).

6. Користуючись побудованим графіком $s(x)$ та фізичним змістом похідної $v = s'(t) = tg\alpha$, де α – кут нахилу дотичної до графіка функції $s(x)$ в будь-якій його точці, $tg\alpha$ визначає швидкість тіла в даній точці, знаходимо найбільшу швидкість і відповідний момент часу. Для цього у вікні Похідна меню Операції надаємо аргументу X значення $p1$, яке за замовчуванням дорівнює 1. Встановлюємо раніше визначений діапазон для величини $p1 [0;10]$, її крок. Обираємо дію Будувати дотичну \rightarrow Побудова або Будувати січну (за умови вибору $\Delta X \rightarrow 0$) (рис. 2.13).

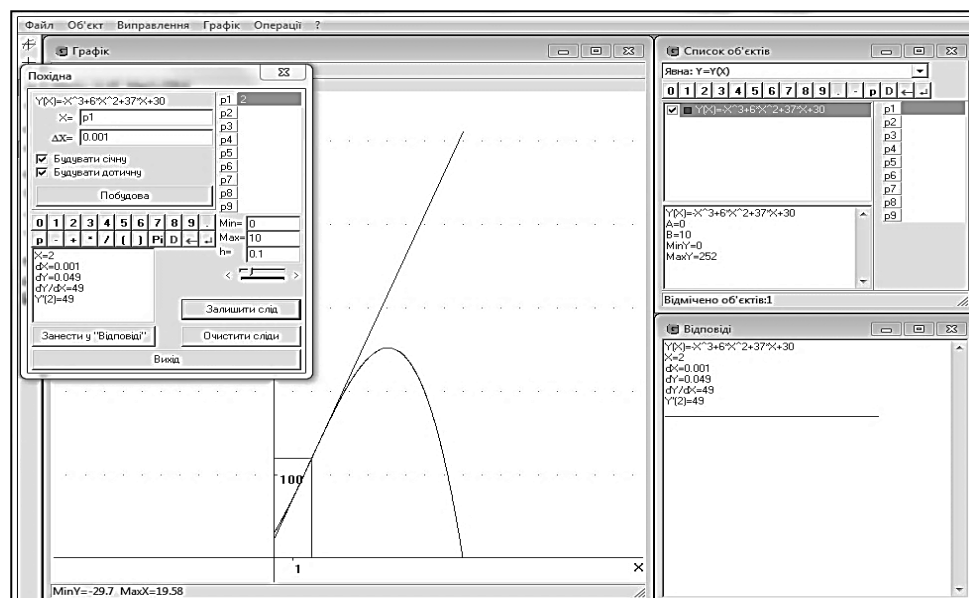


Рис. 2.13. Визначення максимальної швидкості за похідною в ППЗ GRAN1

7. Не закриваючи діалогове вікно, за допомогою лінійки прокрутки або стрілок на клавіатурі переміщуємо дотичну за графіком, досліджуємо криву $s(x)$ і визначаємо максимальне значення швидкості (похідна за функцією в даній точці є миттєвою швидкістю), яке заносимо у вікно Відповіді. Очевидно, що: $v_{\max}(2) = 49$ (м/с). Враховуючи, що миттєва швидкість матеріальної точки дорівнює тангенсу кута між дотичною до графіка функції у цей момент часу та

позитивним напрямком осі OX , то має сенс розглянути механічний рух матеріальної точки одночасно з різних сторін та показати:

– як змінюється швидкість матеріальної точки протягом часу її руху (для цього переміщуємо дотичну вздовж всього графіку) та зв'язати цю зміну з нахилом дотичної до позитивного напрямку осі x ;

– що найвища точка графіка функції $s(x)$ відповідає часу зупинки матеріальної точки $v = 0$ (перша похідна від $s(x)$ за часом набуває нульового значення, а дотична до графіка в цій точці паралельна осі t);

– максимальній швидкості відповідає $a=0$.

Звертаємо увагу студентів на те, що до запропонованої задачі можна додати вимогу графічної інтерпретації швидкості й прискорення руху матеріальної точки як функцій часу, наступний їхній аналіз та знаходження середньої швидкості точки в інтервалі часу від t_1 (наприклад, 1с) до t_2 (6с). Так, за умовою задачі за законом руху матеріальної точки $s(x) = -x^3 + 6x^2 + 37x + 30$ знаходимо залежність швидкості і прискорення від часу: $v(t) = s'(t) = -3t^2 + 12t + 37$, $a(t) = -6t^2 + 12$. Наступним кроком є побудова графіків функцій, які бажано розмістити на одній координатній площині для опису руху матеріальної точки (рис. 2.14).

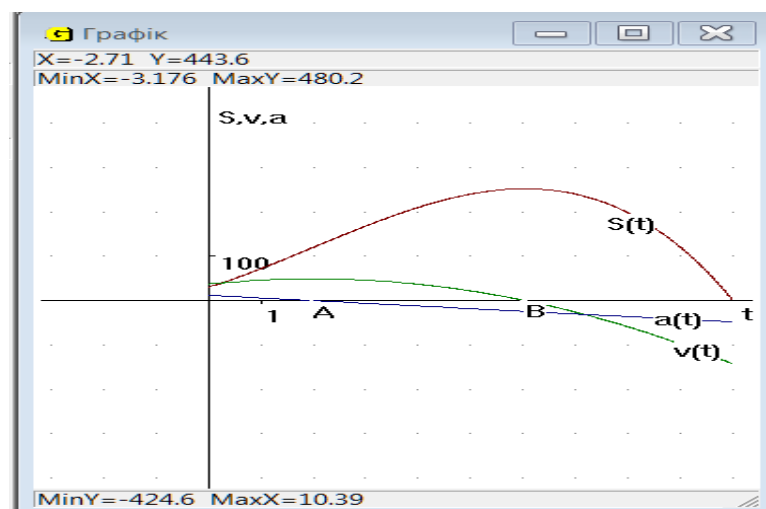


Рис. 2.14. Дослідження руху матеріальної точки за графіками $v(t)$, $S(t)$, $a(t)$

За графічною інтерпретацією функціональних залежностей робимо висновок, що точка рухалася до моменту часу $t = 2с$ прискорено (знаки швидкості

і прискорення на проміжку від 0 до $2c$ однакові, напрямки векторів швидкості і прискорення співпадають). Точка $A(t=2c)$ відповідає максимальній швидкості тіла. Далі протягом часу від $2c$ до $6c$ (точка B) тіло рухалося сповільнено (знаки швидкості і прискорення на проміжку від $2c$ до $6c$ різні, напрямки векторів швидкості і прискорення протилежні) і у момент часу $t=6c$ точка зупиняється, змінює напрямок швидкості на протилежний і рухається прискорено (знаки швидкості і прискорення співпадають).

Для знаходження середньої швидкості руху матеріальної точки можна використати аналітичний і графічний методи. Згідно першого, середню шляхову швидкість визначаємо за відомою формулою:

$$\langle v \rangle = \frac{\int_{t_1}^{t_2} v(t) dt}{\Delta t} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S(6) - S(1)}{5c} = \frac{252m - 72m}{5c} = 36m/c. \quad (2.5)$$

Для знаходження середньої швидкості за допомогою ППЗ GRAN1 використовуємо функціональну залежність $v(t)$ та команду Інтегрування в меню Операції. Одержаний результат інтегрування ділять на час руху матеріальної точки, який дорівнює $5c$. З огляду на те, що $S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$, нагадуємо студентам, що пройдений точкою шлях на певному проміжку часу визначається площиною криволінійної фігури, обмеженої графіком функції $v(t)$ та двома ординатами (рис 2.15).

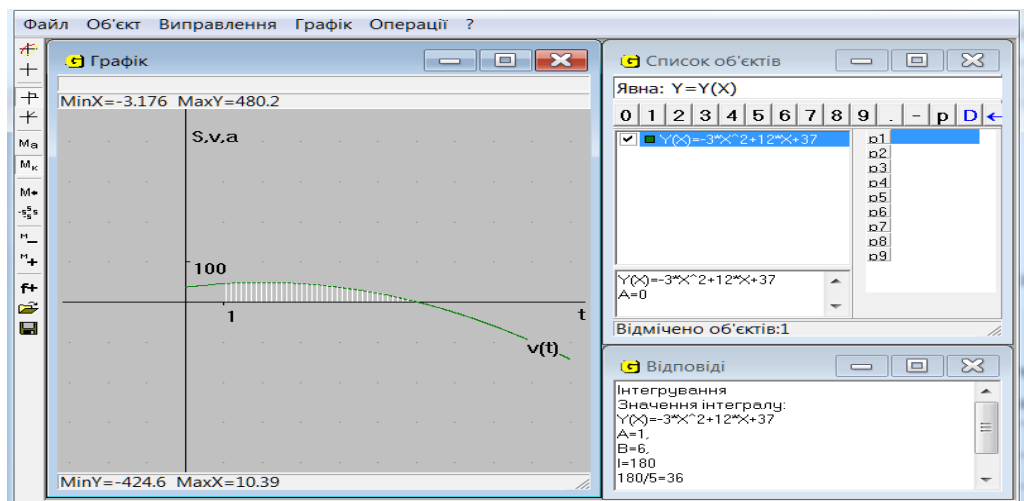


Рис. 2.15. Визначення середньої швидкості руху матеріальної точки з використанням ППЗ GRAN1

Після розв'язування вищерозглянутої задачі пропонуємо студентам в якості домашнього завдання розв'язати задачі зі збірника задач з фізики з використанням графічного моделювання. Наприклад: за законом прямолінійного руху матеріальної точки $s(t) = 2t - 0,5t^2$ обчислити її середню швидкість в інтервалі часу від $t_1=1c$ до $t_2=3c$ [240, с. 15].

Отже, з огляду на можливість різностороннього вивчення руху тіла на основі графічної інтерпретації розв'язування однієї задачі, робимо висновок, що програми пакету GRAN є дієвим засобом реалізації особистісно орієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів у сучасній фізичній освіті. Формування предметних знань з одночасним розвитком практичних умінь і навичок студентів у роботі з сучасними системами КГ відповідає вимогам науковості, наочності, доступності, адаптивності, діалогічності, творчого розвитку майбутнього фахівця, що окреслені цільовим компонентом розробленої нами методичної системи. Єдиним недоліком такого способу розв'язання задач може бути певна наближеність його результату, яка зменшується або ліквідується вибором кроку h .

Під час проведення практичних занять з фізики у коледжах крім використання ППЗ GRAN нами запропоновані також графічна візуалізація\моделювання фізичних явищ і процесів, розв'язання фізичних задач з використанням програми динамічної математики GeoGebra. Наприклад, експериментальне дослідження прямолінійного рівноприскореного руху тіла можна супроводжувати інтерактивною анімаційною моделлю, розробленою на основі графічного інструментарію програми динамічної математики GeoGebra (рис. 2.16).

Ця динамічна комп'ютерна модель здатна повноцінно замінити установку для дослідження прямолінійного рівноприскореного руху тіла: встановлювати довільний кут нахилу площини; обирати відстань, яку проходитьиме тіло; фіксувати час руху тіла та його переміщення; запускати, зупиняти та відновлювати дослід. Під час визначення часу скочування кульки можна користуватися секундоміром, попередньо прибравши прапорець «Час відліку». Водночас за допомогою інтерактивної анімації «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху» виникає можливість вивчати динаміку руху тіла

похилою площиною та розв'язувати задачі на основі наочних образів (моделей). «Являючи матеріалізовані опори мислення, вони (моделі) значною мірою визначають і скеровують мисленнєві операції» студентів [148, с. 94].

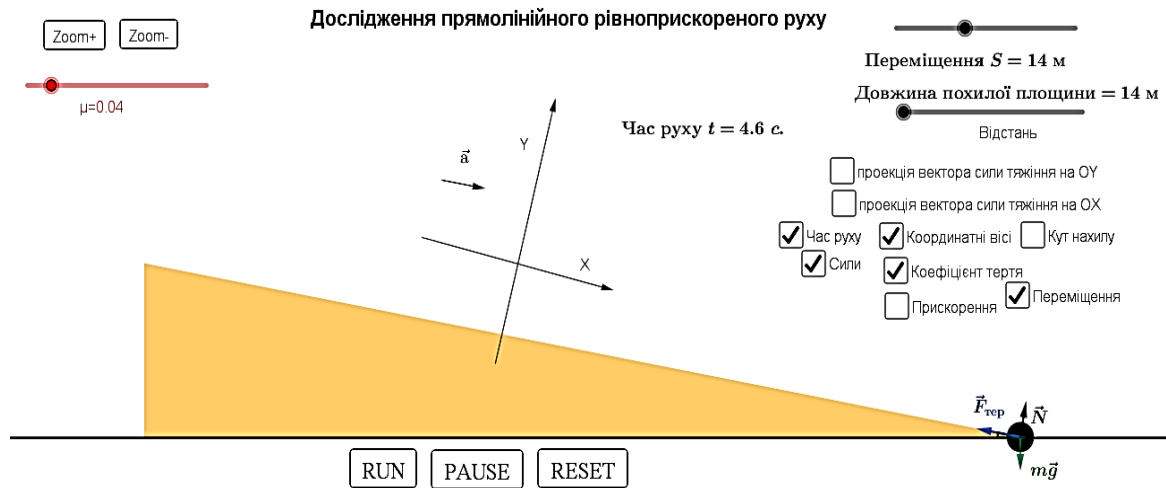


Рис. 2.16. Анімація «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху»

Для вивчення динаміки руху тіла по похилій площині студентам можна запропонувати перевірити залежність прискорення тіла від: а) коефіцієнта тертя між ним та похилою площиною; б) кута нахилу площини до горизонту. Для цього достатньо запустити графічну анімацію і, використовуючи знання з механіки поступального руху, провести необхідні обчислення. У контексті реалізації індивідуального і диференційованого підходів доцільно кожному студенту дозволити обрати свої коефіцієнти тертя (відповідний кут), а потім провести систематизацію та інтерпретацію одержаних результатів. Для перевірки їх достовірності можна підключити прапорець «Прискорення». Крім цього, ця динамічна модель уможлиблює визначення переміщення тіла (відключений прапорець «Переміщення» і встановлена довільна відстань), часу руху тіла (відключений прапорець «Час руху»), коефіцієнта тертя за прискоренням руху тіла, дослідження незалежності прискорення від маси тіла. Якщо студентам запропонувати масу тіла, що рухається площиною, то до переліку задач, які розв'язуються за допомогою цієї моделі, можна додати також задачі на визначення модуля сили тяжіння ($m\vec{g}$), сили тертя \vec{F}_T і сили нормального тиску \vec{N} .

Формування, розширення й поглиблення знань студентів із законів динаміки поступального руху з використанням засобів комп'ютерної графіки GeoGebra, зокрема інтерактивної моделі «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху» дозволяє використати одержані вміння та навички під час розрахунку різних видів передач, потужності механізмів, при розгляді механічних характеристик технологічного процесу транспортування вантажів за допомогою гравітаційного транспорту. Виконання практичної роботи в цьому випадку слід почати з вивчення законів динаміки поступального руху на прикладі гравітаційного транспорту.

Вивчення законів динаміки поступального руху.

Формулювання завдання: для здійснення транспортування вантажів у межах підприємства (цеху) використовують різні типи транспортних пристроїв, підбір яких пов'язаний з умовами переміщення вантажу, його видом, метою створення сприятливих умов праці для обслуговуючого виробничий процес персоналу. Серед таких транспортних засобів виділяють гравітаційний транспорт, в якому транспортування вантажу відбувається під дією власної ваги. Цей транспорт має одну або дві похилі ділянки, розташовані під різними кутами нахилу до горизонту. Розглянемо рух вантажу під час його спуску на основі моделювання в програмі Geogebra. Після формулювання завдання студентам пропонується розв'язати задачу на застосування знань із законів динаміки під час руху тіла похилою площиною. Наведемо приклади типових задач з цієї теми, які можна розв'язати за допомогою моделі «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху».

Задача 1. Вантаж скочується з похилої площини завдовжки 14 м. Знайдіть кут нахилу площини, якщо коефіцієнт тертя між вантажом і площиною становить $0,04$ [11, с. 142].

Для розв'язування задачі прибирають прапорці Кут нахилу та Прискорення, запускають анімацію кнопкою RUN. Визначають час руху $t=4,6$ с та відстань $S=14$ м, яку вона проходить (відстань можна змінювати, переміщуючи повзунок).

Під час руху тіла похилою площиною на нього діють сила тяжіння, сила тертя та сила нормального тиску. За другим законом Ньютона маємо:

$m\vec{a} = \vec{F}_T + \vec{N} + m\vec{g}$. Далі цей вираз записують у проєкціях векторних величин на вісі OY та OX . Для цього суміщають центр системи координат з центром кулі, що рухається похилою площиною, та вмикають прапорці «Проекція сили тяжіння на OY (OX)». Враховуючи напрями сил, записують другий закон Ньютона.

$$OX: ma = -F_T + mg \sin \alpha; OY: 0 = N - mg \cos \alpha.$$

$$F_T = \mu N; N = mg \cos \alpha, ma = -\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha, \quad (2.6)$$

$$a = -\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha, a = \frac{2S}{t^2}; \sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{2S}{gt^2};$$

Розв'язуючи тригонометричне рівняння, одержуємо, що $\alpha \approx 7,8^\circ$.

Задача 2. Користуючись динамічною моделлю «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху» (рис. 2.16) (автоматично визначається переміщення), за наданим коефіцієнтом тертя (встановлюється довільно), кутом нахилу площини (встановлюється довільно) та масою тіла визначити: а) прискорення руху тіла; б) час руху тіла; в) силу тертя; г) силу тяжіння, що діє на тіло, силу нормального тиску.

З метою диференціації та індивідуалізації навчально-пізнавальних завдань в анімаційній моделі «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху» можна змінювати значення кута нахилу площини, коефіцієнта тертя між тілом і площиною, відстань руху кульки. Отже, у студентів, які залучаються на основі даної наочної моделі до розв'язування задач на рух тіл під дією декількох сил похилою площиною або до дослідницької діяльності з визначення коефіцієнта тертя за рахунок графічної візуалізації і динамічності розглядуваних механічних процесів формуються цілісні уявлення про єдність їх кінематичних і динамічних характеристик, що достатньо важко досягти, користуючись традиційними методами роботи з освітнім матеріалом в умовах обмеженості аудиторного часу. У цьому ми вбачаємо перспективність поповнення дидактичних матеріалів навчання фізики інтерактивними анімаційними моделями фізичних задач.

Вагоме значення для майбутньої професії молодшого спеціаліста/фахового молодшого бакалавра техніко-технологічного профілю має вивчення кінематики складного руху. Опанування студентами цим навчальним матеріалом варто почати

з короткого знайомства з технічними пристроями, які є об'єктом обслуговування майбутніх фахівців спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

Формулювання завдання та його розв'язання: у техніці доволі часто виникає необхідність перетворення обертального руху в зворотно-поступальний рух або навпаки. Для цього використовують кривошипні механізми, наприклад у приводах верстатів, реверсних механізмах парових машин тощо. Обслуговування таких механізмів вимагає знання кількісної і якісної сторін їх роботи.

З метою вирішення окресленої проблеми пропонуємо студентам розв'язати задачу фізико-технічного змісту. Для забезпечення цілей навчання, підсилення засвоєння навчального матеріалу шляхом одночасного залучення аудіального, візуального, кінестетичного та дискретного способів сприйняття інформації розв'язування даної задачі супроводжується графічною динамічною візуалізацією роботи кривошипно-кулісного механізму за допомогою прикладного програмного засобу GeoGebra.

Задача [5, с. 114]. Кривошип $DU_2=30\text{см}$ обертається з кутовою швидкістю $\omega=12\text{рад/с}$ та приводить до зворотно-поступального руху кулісу QU за допомогою повзуна, шарнірно з'єданого у точці U_2 з кривошипом та такого, що пересувається в прорізі куліси. Визначити швидкість повзуна в прорізі куліси та швидкість самої куліси у той час, коли кривошип утворює з горизонталлю кут $\gamma=35,26^\circ$, та знайти час зупинки кривошипа після його вимкнення.

Розв'язування задачі проводимо з використанням авторської графічної моделі механізму, що візуалізує процес його роботи та кінематику руху повзуна (рис. 2.17).

1. Розглянемо рух повзуна U_2 як матеріальної точки навколо нерухомої осі кривошипа (див. рис. 2.17). Цей рух складається з руху повзуна разом з кулісою та руху його вздовж куліси.

2. Швидкість точки U_2 спрямована вздовж дотичної до колової траєкторії цієї точки в бік обертання кривошипа. Її модуль знаходять за формулою:

$$v = \omega \cdot R = 12\text{рад/с} \cdot 0,3\text{м} = 3,6\text{м/с}, \quad \text{оскільки } R = 30\text{см} = 0,3\text{м}.$$

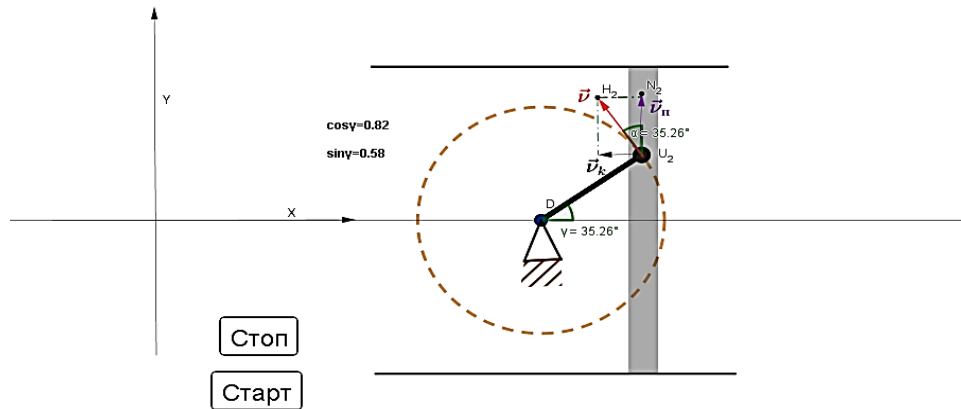


Рис. 2.17. Моделювання роботи кривошипно-кульісного механізму засобами GeoGebra

3. Для визначення модуля швидкості руху кульіси U_k (переносна швидкість) та швидкості повзуна U_n (руху точки U_2 в кульісі – відносна швидкість) розглянемо векторні діаграми. Розкладемо вектор \vec{U} на дві складові – горизонтальну \vec{U}_k та вертикальну \vec{U}_n . З трикутника U_2, H_2, N_2 обчислюємо шукані швидкості за формулами :

$$\begin{aligned} V_k &= V \cdot \sin \gamma = 3,6 \text{ м/с} \cdot 0,58 = 2,088 \text{ м/с}; \\ V_n &= V \cdot \cos \gamma = 3,6 \text{ м/с} \cdot 0,82 = 2,952 \text{ м/с}. \end{aligned} \quad (2.7)$$

Для знаходження часу зупинки кривошипного механізму враховуємо, що його початкова кутова швидкість становить $\omega_0 = 12 \text{ рад/с}$, кінцева $\omega = 0$. Знаходимо кутове прискорення механізму: $\varepsilon = \omega^2 \cdot R = (12 \text{ рад/с})^2 \cdot 0,3 \text{ м} = 43,2 \text{ рад/с}^2$. Час зупинки, з урахуванням того, що рух кривошипного механізму під час гальмування є сповільненим, визначаємо як: $t = \frac{\omega - \omega_0}{-\varepsilon} = \frac{0 - 12 \text{ рад/с}}{-43,2 \text{ рад/с}^2} \approx 0,28 \text{ с}$.

Відповідь. За заданим положенням кривошипа швидкість кульіси спрямована горизонтально і дорівнює $2,088 \text{ м/с}$, відносна швидкість повзуна в прорізі кульіси спрямована вгору і становить $2,952 \text{ м/с}$. Час зупинки механізму з моменту гальмування дорівнює $0,28 \text{ с}$.

Майбутня професійна діяльність студентів коледжів техніко-технологічного напрямку безпосередньо пов'язана з експлуатацією, обслуговуванням та конструюванням машин та їх деталей. Тому оволодіння ними інтегрованими знаннями з деформації твердих тіл під час вивчення фізики є необхідною умовою реалізації професійної спрямованості курсу фізики. У зв'язку з цим під час викладання на лекції теоретичного матеріалу звертаємо увагу студентів на практичну сторону використання знань з деформації твердих тіл за допомогою демонстрації прикладу розв'язування професійно-орієнтованої задачі з курсу «Технічна механіка». Розглянемо коротко методичні особливості формування у студентів інтегрованих знань у навчанні фізики за цією темою.

Формулювання завдання та його розв'язування [60]. У зв'язку з тим, що в машинобудуванні застосовують безліч різноманітних матеріалів, то під час їх вибору враховують такі параметри, як міцність, твердість, пластичність тощо. Основні групи матеріалів, які застосовують у машинобудуванні – чорні метали (сталь, чавун); кольорові метали (мідь, алюміній); сплави кольорових металів (бронза, латунь); неметали (пластмаси, дерево, гума, тканини, папір, скло); металокерамічні та мінералокерамічні матеріали. Вибір матеріалів для виготовлення деталей машин проводять з урахуванням їх властивостей, умов роботи та самої технології виготовлення. Серед визначальних критеріїв придатності до експлуатації більшості деталей є їх міцність. В основу методу розрахунку на міцність покладено таке припущення (умова міцності): критерієм придатності деталі є те, що, максимальна напруга в ній не може перевищувати допустиме значення напруги: $\sigma = N/S \leq [\sigma]$, де N – нормальна сила; S – площа перерізу деталі; $[\sigma]$ – допустима напруга на розтяг-стиск. Перевірку міцності деталі виконують відповідно до виду деформації, серед яких розрізняють деформації розтягу-стиску, зсуву, кручення, згину. Для характеристики конструкцій і матеріалів необхідно розрахувати допустиму напругу та знати коефіцієнт запасу міцності. Допустима напруга гарантує безпечну роботу деталі,

яку для крихких матеріалів визначають за формулою: $\sigma = \frac{\sigma_{\text{м.м.}}}{n} \cdot \sigma_{\text{м.м.}}$ – границя міцності на розтяг; n – коефіцієнт запасу міцності (для крихких матеріалів) $n = 2 \dots 5$.

Задача [5, с.171]. Однорідна плита AB вагою $P=1,2 \text{ кН}$ зазнала навантаження $F=8 \text{ кН}$. Визначити з умови міцності діаметр стержня EG , що утримує плиту в горизонтальному положенні, якщо допустима напруга становить $[\sigma]=150 \text{ МПа}$; $\alpha=45^\circ$. Розв’язування задачі проводимо за допомогою використання графічних засобів GeoGebra та ілюструємо рисунком 2.18.

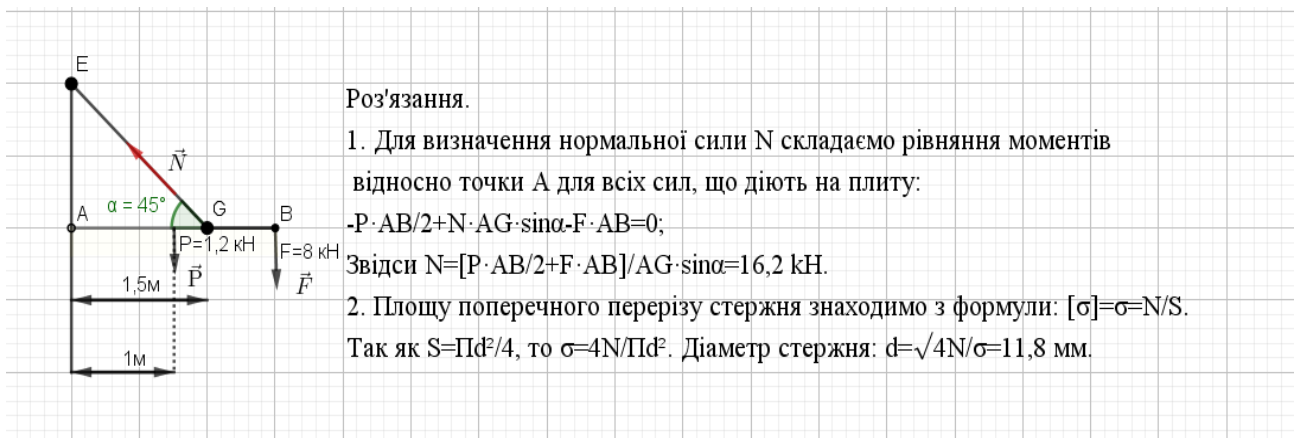


Рис. 2.18. Розв’язування задачі на застосування умови міцності

Отже, збагачення навчального матеріалу комп’ютерними графічними засобами візуалізації розв’язування фізичних задач, предметні завдання професійно-орієнтованого змісту з використанням систем КГ дозволяють змістити акценти у навчально-пізнавальної діяльності майбутніх фахівців з репродуктивної до активної/творчої. З огляду на це викладачі/вчителі мають звернути увагу на використання ресурсів систем комп’ютерної графіки в освітньому процесі з фізики. Для тих з них, які через брак часу не мають можливості самостійно підготувати до заняття електронний наочний засіб, Інтернет пропонує безліч безкоштовних готових цифрових освітніх ресурсів, створених за допомогою різних програм, у тому числі Geogebra. Наприклад, інтерактивна графічна анімація закону заломлення світла (рис. 2.19) з сайту <http://school-physics.spb.ru/>, що демонструє залежність кута заломлення світлових променів від кута падіння для випадку плоскопаралельної пластинки, допускає

застосування анімації тільки під час пояснювально-ілюстративного навчання. Тому її дидактичні можливості відносно обмежені.

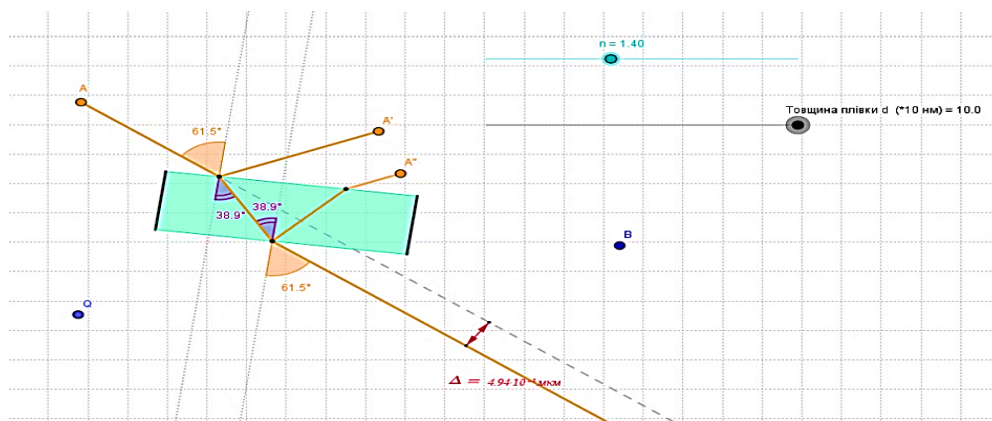


Рис. 2.19. Демонстрація закону заломлення світла [232]

Реалізувати діяльнісний підхід у навчанні фізики, який забезпечить досягнення визначених методичною системою цілей формування предметної компетентності студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, ми пропонуємо за допомогою залучення студентів до розв'язування задач на основі цієї анімації. Так, подання фізичної задачі з використанням інтерактивної моделі виконує функції конкретизації, пришвидшує розуміння змісту завдання, а значить, збільшує ймовірність одержання правильної відповіді. Водночас варіювання даних задачі на одній моделі уможлиблює диференціацію та індивідуалізацію навчально-пізнавальних завдань (додаток Е.10). Також можна змінювати умову задачі, прибираючи один із елементів комп'ютерної моделі. Отже, один електронний ресурс дозволяє запропонувати декілька варіантів вихідних даних задачі. У якості прикладу розглянемо розв'язання однієї з таких задач на основі моделі «Демонстрація закону заломлення світла».

Задача [240, с. 290]. Пучок монохроматичного світла ($\lambda=0,6\text{мкм}$) падає на тонку плівку в повітрі. Користуючись демонстрацією заломлення світла, визначити зміщення променя, що виходить з плівки, від його початкового напрямку, якщо відбите світло максимально підсилене (послаблене) внаслідок інтерференції.

Короткий коментар до розв'язання: а) за демонстрацією визначають кути падіння і заломлення світла, обчислюють показник заломлення речовини; б) за

формулою оптичної різниці ходу променів та умовою інтерференції світла визначають товщину плівки; в) за демонстрацією та значенням товщини плівки геометрично знаходять зміщення променя.

Наприкінці перейдемо до розгляду експериментаторської діяльності студентів під час виконання лабораторних робіт, яка на нинішньому етапі розвитку техніки й технологій забезпечується цифровими фізичними лабораторіями, які «завдяки зручному й функціональному програмному інтерфейсу з успіхом використовують для отримання зображення даних у вигляді графіків, показів шкали приладу, таблиць» [82, с. 208]. Маючи графічну підтримку, цифрові лабораторії дозволяють в автоматичному режимі провести збір і збереження кількісних даних (покази цифрових датчиків) та миттєву їх обробку з одночасною візуалізацією на дисплеї комп'ютера. Наприклад, цифровий лабораторний комплекс Register Data Logger завдяки функціональним можливостям та потужному графічному інтерфейсу програми Register iLab може бути використаний для перевірки виконання закону Бойля-Маріотта (додаток Е.11), дослідження властивостей напівпровідникового діода, вивчення механічних гармонічних коливань. Розглянемо коротко методичні особливості використання цифрового комплексу Register Data Logger та його програмного забезпечення під час вивчення механічних гармонічних коливань.

Методичний коментар. Необхідною умовою існування коливань є дія повертаючої сили, спрямованої у бік протилежний зміщенню – до положення рівноваги. Характерною особливістю гармонічних коливань є те, що вони підпорядковуються закону синуса або косинуса: $x = A \cdot \sin(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$, Оскільки прискорення коливальної системи визначається через другу похідну від зміщення за часом: $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = \omega^2 A \sin(\omega_0 t + \varphi_0 + \pi)$, тому отримуємо:

$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$, $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$ – диференціальне рівняння гармонічних коливань другого порядку. Якщо праву і ліву частини рівняння помножити на m , одержимо:

$m \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 mx$. За другим законом Ньютона $F = ma = -\omega^2 mx = \omega^2 m A \sin(\omega_0 t + \varphi_0 + \pi)$, де

$k = -\omega^2 m$ – коефіцієнт повертаючої сили, яка пропорційна зміщенню коливального тіла від положення рівноваги і нагадує силу пружності (напрявлена протилежно зміщенню). За аналогією з силою пружності повертаючу силу називають квазіпружньою силою. Отже, під гармонічними коливаннями розуміють процес, який виникає під дією квазіпружньої сили.

Для експериментального підтвердження одержаного аналітично характеру залежності зміщення від часу $x(t)$, сили від часу $F(t)$ має сенс користуватися графічним інтерфейсом цифрових лабораторій. Після зібрання експериментальної установки, що складається зі штатива, лапи, пружини, коливального тіла, датчиків (сили та руху), вмикають реєстратор, обирають режим відображення кривих та вид залежності. Далі запускають установку, одержують графічну інтерпретацію залежностей $x(t)$, $F(t)$, з якої встановлюють, що зміщення та сила є гармонічно змінними величинами з однаковими періодами, але з різницею фаз π (рис. 2.20).

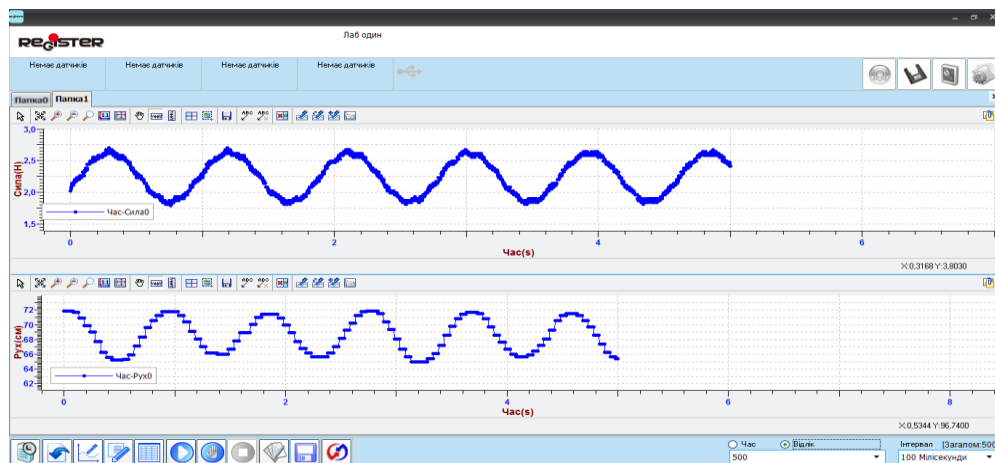


Рис. 2.20 Графічна інтерпретація залежностей $x(t)$, $F(t)$

Одним з важливих складових навчально-пізнавальної діяльності студентів у навчанні фізики є виконання ними самостійних робіт. У зв'язку з обмеженістю часу на узагальнення знань студентів за тематичними блоками вважаємо за доцільне проводити останні у вигляді домашніх самостійних робіт студентів з наступним надсиланням її результатів на електронну адресу викладача.

Самостійна робота студентів може бути представлена Java-аплетами, інфографікою, анімаційними моделями, Mind map, передбачати розв'язування

задач, мати професійно орієнтований зміст, що сприятиме встановленню міжпредметних зв'язків фізики з дисциплінами професійної підготовки та розвиватиме професійно важливі якості особистості. Орієнтовний перелік завдань до самостійної роботи студентів поданий у додатку Е.12.

Забезпечити свідоме сприймання та міцне засвоєння студентами навчальної інформації під час виконання самостійної роботи дозволяють, зокрема, Java-аплети, які у великій кількості можна знайти на теренах Інтернету. Цікавим є сайт <https://www.walter-fendt.de/html5/phru/>, на якому представлено аплети за різними розділами фізики, що уможлиблює обрання будь-якого з них для візуальної демонстрації навчального матеріалу, виконання самостійної роботи тощо. Як приклад, розглянемо аplet «Вимушені коливання. Резонанс», в якому подано коливальну систему (пружинний маятник) та вектор змушуючої сили (рис. 2.21).

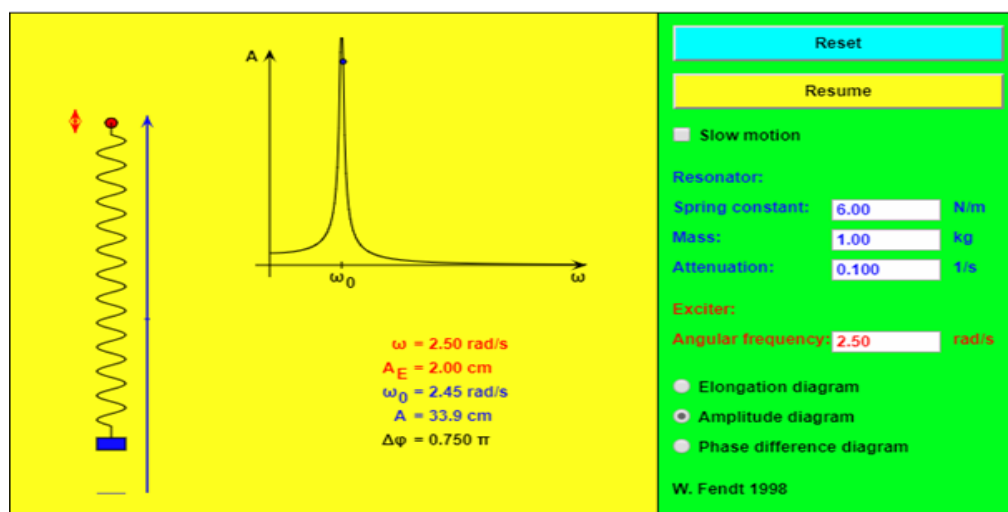


Рис. 2.21. Аplet «Вимушені коливання. Резонанс» [38]

Зміною параметрів коливальної системи (жорсткості пружини, маси тіла, частоти змушуючої сили, коефіцієнта загасання), обираючи різний вигляд діаграм (амплітудну діаграму $A(\omega)$, діаграму зміщень $y(t)$, діаграму різниці фаз $\Delta\varphi(\omega)$), досліджуємо:

- залежність резонансної частоти від параметрів системи під час вимушених коливань;
- коливальний рух системи та його характеристики за відсутності дії змушуючої сили (період, частоту, зміщення, фазу, швидкість, прискорення);

- додавання коливань з близькими частотами;
- характеристики загасаючих коливань (амплітуду, циклічну частоту, період) та умову існування коливань у системі.

Зміст самостійної роботи студентів з використанням розглянутого вище атлета подано у додатку Е.13.

Паралельно з інтерактивними графічними моделями фізичних явищ і процесів у навчанні фізики, на наш погляд, має сенс користуватися інфографікою, яка дозволяє структурувати текстову інформацію, подаючи великі її обсяги у послідовній і стислій формі. Інфографіка здатна передавати навчальну інформацію не лише за допомогою текстів, але й фотографій, малюнків, схем, графіків, формул тощо. Як стверджують науковці [58, с.47; 170, с. 123], в основі застосування інфографіки лежать принципи лаконічності, креативності, візуалізації інформації, організованості, прозорості, актуальності та простоти. Тому її використання студентами для узагальнення навчальної інформації сприяє кращому розумінню і міцності знань, розвиває лапідарність і дивергентність мислення, увагу, виховує графічну та інформаційну культури. Помітну конкуренцію інфографіці в освітньому просторі становить техніка візуалізації Mind map, за допомогою якої можна провести узагальнення та експрес-контроль знань; подати хід виконання лабораторного експерименту, розв'язування задачі, план вивчення нового матеріалу, фізичного поняття, закону, явища; створити презентацію тощо.

Отже, відповідно до цілей розробленої методичної системи формування предметної компетентності з фізики з використанням систем КГ студенти коледжів техніко-технологічного напрямку у ході практичних, самостійних і лабораторних занять набувають: а) вміння аналізувати, систематизувати та узагальнювати знання про сутність фізичних явищ і процесів, розв'язувати фізичні задачі, досліджувати фізичні закони; б) навички експериментаторської і дослідницької діяльності, роботи з апаратним і програмним забезпеченням комп'ютерної техніки, зокрема системами КГ, цифровим лабораторним обладнанням; в) оволодівають сучасними методами наукового пізнання.

2.5. Методичні особливості формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку в ході виконання лабораторного практикуму з використанням систем комп'ютерної графіки

Вивчення курсу фізики у коледжах техніко-технологічного напрямку відповідно до робочої програми завершується виконанням студентами лабораторного практикуму, що виступає важливою ланкою у формуванні їх предметної та професійної компетентності. Основними дидактичними цілями виконання студентами лабораторних робіт з фізики є:

- повторення та закріплення набутих знань;
- перевірку рівня та глибини засвоєння теоретичного матеріалу, уміння використовувати його на практиці;
- контроль набутих студентами знань в процесі вивчення курсу фізики та в ході виконання експериментального дослідження;
- формування та розвиток експериментаторських і дослідницьких здібностей студентів, професійно важливих якостей особистості [150, с. 133].

Варто зазначити, що лабораторний експеримент – це не тільки форма організації освітнього процесу, під час якої перевіряється рівень володіння студентами теоретичним матеріалом. Насамперед він повинен стати для студентів стимулом до оволодіння знаннями, розвитку інтелектуальних і творчих здібностей, умінь і навичок користування фізичними приладами та експериментування, засобом моделювання наукової роботи. Зрозуміло, що досягнення таких освітніх результатів під час лабораторного експерименту вимагає відповідного матеріально-технічного та методичного забезпечення.

В умовах посилення ролі комп'ютерної техніки та графічного методу дослідження в експериментальній роботі та майбутній професійній діяльності техніків-технологів окремої уваги заслуговують системи КГ, які дозволяють докорінно змінити відношення студентів до виконання лабораторного експерименту з фізики, суттєво покращити їх предметну, світоглядну і методологічну підготовку. На користь використання комп'ютера у навчанні

фізики наведемо слова автора програмного комплексу GRAN М. Жалдака, який вказує, що «комп'ютерні технології сприяють розв'язанню проблеми взаємодії студента та викладача, оскільки враховують індивідуальні особливості та здібності суб'єктів освітнього процесу, з'являються можливості значної інтенсифікації їхнього спілкування, розкриття творчого потенціалу, подолання відсторонення від навчальної діяльності викладачів і студентів та одне від одного, звільняють молодь і викладача від потреби виконання рутинних, технічних операцій; завдяки інтерактивності, надають їм усіх можливостей для розв'язування пізнавальних і творчих завдань» [95, с. 5]. Отже, для забезпечення ефективності виконання студентами лабораторного практикуму з курсу фізики нами було створене спеціальне предметно-орієнтоване освітнє середовище на основі інтегративного та синергетичного підходів, адаптації наявного програмного забезпечення під конкретні вимоги формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

Лабораторний практикум в робочій програмі курсу фізики подається окремим тематичним блоком і включає сім тем, зміст яких розкритий у додатку Д.1. Змістовий матеріал до тематичного блоку добирався відповідно до мети спроектованої методичної системи, напряму професійної підготовки з урахуванням того, що студенти коледжів техніко-технологічного напрямку обов'язково повинні досягти вище зазначених цілей та оволодіти знаннями і методами роботи з системами КГ, вміти їх реалізовувати в майбутньому, попередньо визначивши доцільність їх використання. Реалізація змістового компоненту тематичного блоку програми забезпечується комп'ютерно-орієнтованими лабораторними роботами, що передбачають індивідуальну, колективну і фронтальну форми роботи студентів; тематичною контрольною роботою, що дозволяє перевірити рівень формування предметної компетентності з фізики з використанням СКМ Mathcad, GeoGebra, ППЗ GRAN. Розглянемо коротко методичні особливості формування предметної компетентності студентів з фізики на заняттях лабораторного практикуму.

Успішність проведення навчального фізичного експерименту, як відомо, визначається його ретельною підготовкою. Як правило, першим кроком до виконання студентами лабораторного практикуму є ознайомлення із його основними завданнями та структурою, змістом і специфікою експериментальних завдань, видами та порядком обчислення похибок вимірювання, комп'ютерними засобами, які будуть задіяні в роботі. Крім цього у процесі виконання робіт практикуму кожен студент має оволодіти знаннями методів та засобів обробки, інтерпретації й аналізу результатів експерименту; набути вмінь використовувати ці знання для розв'язання практичних завдань, що впливатиме на формування діяльнісного, когнітивного та особистісного компонентів предметної компетентності. Тому під час підготовки до лабораторного практикуму студентам, які вже працювали на попередніх заняттях з математичними пакетами Geogebra, GRAN, викладач формулює проблемну ситуацію (обробка результатів експерименту) та пропонує її розв'язати за допомогою означених програм. Для створення такої проблемної ситуації може бути використана частина будь-якої лабораторної роботи шкільного курсу фізики, що вимагатиме графічної інтерпретації її результатів засобами систем КГ. Розглянемо сутність такої пізнавальної діяльності студентів детальніше.

Проблемна ситуація №1. Експериментально встановлено залежність $P(T)$ під час перевірки справедливості закону Шарля для ідеального газу. Користуючись ППЗ GRAN (Geogebra) необхідно встановити вигляд функціональної залежності $P(T)$, визначити тиск газу за температури $\theta^{\circ}\text{C}$ та розрахувати термічний коефіцієнт тиску газу.

Таблиця 2.4

Експериментальні результати лабораторного експерименту №1

Температура $t, ^{\circ}\text{C}$	10	16	22	27	32
Тиск $p, \text{кПа}$	104,8	107	109,2	111	112,9

Проблемна ситуація №2. Експериментально встановлено залежність $v(t)$ для нерівномірного руху матеріальної точки. Користуючись ППЗ GRAN (Geogebra)

визначити пройдений матеріальною точкою шлях за час експериментального спостереження, середню швидкість за цей час та наближене рівняння руху тіла (вважаємо, що рівняння руху матеріальної точки є поліномом 3 порядку).

Таблиця 2.5

Експериментальні результати лабораторного експерименту №2

Час t, c	0	2	4	6	7	11
Швидкість $v, m/c$	2,1	3,5	5,3	7,1	9,2	11,6

Під час розв'язання запропонованих проблемних завдань викладач використовує пояснювально-ілюстративний метод та висвітлює як теоретичну, так і технологічну сторону вирішення проблеми. Ключовим моментом графічної інтерпретації запропонованих залежностей є залучення інструменту апроксимації, тому останнє має бути роз'яснено студентам. Оскільки під час виконання лабораторного практикуму крім апроксимації експериментальних даних буде задіяний інструмент інтерполяції, то викладач має розкрити студентам також зміст поняття «інтерполяція». Наприкінці підготовки до лабораторного практикуму студентам пропонується вдома розв'язати одне із завдань за допомогою відмінного від раніше використаного програмного засобу та порівняти результати обох розв'язків. Звіт про виконану роботу студенти повинні відправити на електронну адресу викладача.

На основі графічних елементів СКМ Mathcad нами була розроблена та апробована в освітній практиці коледжу техніко-технологічного напрямку комп'ютерна підтримка ряду лабораторних робіт з фізики (Додаток Ж), зокрема:

1. Дослідження криволінійного руху, перевірка законів кінематики руху тіла, кинутого під кутом до горизонту.
2. Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса.
3. Вивчення роботи термоелемента та його градування.
4. Вивчення роботи фотоелемента та перевірка законів фотометрії.

П'ята лабораторна робота «Вивчення властивостей провідників (температурного коефіцієнту опору міді)» передбачає використання студентами програми GeoGebra (або GRAN), за допомогою якої вони набувають умінь і навичок з обробки експериментальних результатів. Кожна з цих робіт має загальноприйнятну структуру інструкції до їх виконання, яка складається з висвітлення теми, мети, приладів та обладнання, вказівок з техніки безпеки, короткої теорії та опису лабораторної установки, порядку виконання роботи, висновків та контрольних запитань.

Розглянемо теоретичні та методичні аспекти застосування СКМ Mathcad під час виконання студентами коледжів лабораторного експерименту з дисципліни «Фізика», що не вимагає від них спеціальних додаткових знань і практичного досвіду, крім того, який вони набувають під час вивчення основ інформатики. Залучення КГ Mathcad під час лабораторних досліджень з фізики має суттєві переваги в порівнянні з традиційним підходом. По-перше, це відсутність залежності результатів дослідження від знань студентів з математики, а отже вивільнення часу для проведення ретельного аналізу експериментальних результатів та формулювання студентами правильних висновків на їхній основі. По-друге, це можливість графічної інтерпретації властивостей об'єкта або явища, що досліджується. А отже, як результат – посилення привабливості для студентів експериментальної роботи та емоційності її сприйняття, що активізуватиме розумову діяльність суб'єктів освітнього процесу, розвиток наочно-образного та абстрактно-логічного мислення, лапідарності, дивергентності, наукового стилю мислення. По-третє, це підвищення якості експерименту, виняткова простота та широкі можливості редагування його даних, зберігання цих даних для спільного використання та обговорення. До сказаного слід додати: відкритість лабораторної роботи для онлайн доступу й оцінювання; можливість звернення в межах документа до теоретичного матеріалу, реалізації принципів індивідуалізації та диференціації навчання.

Особливо цінним для дослідницької діяльності студентів є здатність програмного засобу СКМ Mathcad при введенні даних реагувати на помилки в

розрахунках, графічних побудовах, що дає змогу їх виправити та отримати коректні результати під час роботи, що істотно спрощує проектування та виконання студентами навчального фізичного експерименту. Зазначимо, що «використання засобів систем комп'ютерної математики у навчальному лабораторному дослідженні не перекреслює попередні здобутки методики навчального фізичного експерименту, не передбачає підміну реального експерименту віртуальним, а якісно модернізує його з метою підвищення ефективності освітнього процесу» [77, с. 196].

У випадку дистанційної форми навчання фізики або ж за відсутності необхідного навчального обладнання доцільно поєднувати ресурси СКМ Mathcad з імітаційним комп'ютерним моделюванням досліджуваних об'єктів, явищ і процесів. Для створення такої моделі можна використати, наприклад, мову програмування Action Script 3.0 або програму динамічної математики GeoGebra. Розглянемо коротко методику виконання автором зазначених вище лабораторних робіт на прикладі експериментального дослідження «Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса» (додаток Ж.1)

Короткий методичний коментар. Традиційна лабораторна робота з визначення коефіцієнта в'язкості малов'язких рідин за методом Стокса передбачає його знаходження в умовах ламінарної течії за постійної температури вимірюванням швидкості рівномірного прямолінійного руху кульки на певній ділянці (метод Стокса). Оскільки сам факт сталості швидкості руху кульки у рідині потребує перевірки, ми пропонуємо доповнити лабораторну роботу дослідженням цієї швидкості за допомогою засобів моделювання СКМ Mathcad. Перше, на що слід звернути увагу, це те, що опрацювання та подання кінцевого звіту цієї та інших лабораторних робіт відбувається у вигляді електронного протоколу в межах одного документа Mathcad і складається з таких послідовних етапів:

1. Ознайомлення з метою та завданнями, технікою безпеки, переліком експериментального обладнання, основними теоретичними і практичними засадами лабораторного дослідження. Пропонуємо студентам підготувати у

вигляді інфографіки основні теоретичні відомості за темою експерименту та колективно оцінити їх зміст і повноту відображення необхідної інформації.

2. Визначення умов та конструювання плану досліді відповідно до обраних методів, матеріально-технічного і дидактичного забезпечення.

3. Проведення досліді: спостереження за характером протікання фізичного явища; зняття показів вимірювальних приладів, занесення їх до електронного протоколу Mathcad, обробка результатів експерименту.

В електронному протоколі лабораторної роботи «Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса» за допомогою вставки графічних елементів управління, об'єктів програмування, області введення формул передбачена можливість внесення в текстове поле значення відстані l між двома позначками на циліндрі з рідиною у зручних для вимірювання студентами одиницях з наступним автоматичним їх переведенням у системні одиниці (СІ) (рис. 2.22). Завдяки програмним особливостям є можливість в документі Mathcad задати таблиці, текстові поля, заносити до них значення вимірювальних величин (діаметр кульок і циліндра, час падіння, густину рідини та матеріалу кульки), у разі потреби їх корегувати (рис. 2.22).

<p>6.2 Виміряйте відстань l між мітками А та В на циліндрі масштабною лінійкою. Запишіть це значення в системних одиницях.</p> <p style="text-align: center;"> $l :=$ <input style="width: 50px;" type="text" value="105"/> <input type="radio"/> mm <input checked="" type="radio"/> cm <input type="radio"/> m </p> <hr/> <p> $l := \text{if}[ul = 1, (l \cdot 0.001) \cdot m, \text{if}[ul = 2, (l \cdot 0.01) \cdot m, l \cdot m]]$ <i>ORIGIN</i> \equiv 1 </p> <p style="text-align: center;">$l = 1.05 m$</p>	<p style="text-align: center;"><i>Таблиця 3.1 – Результати вимірювань та обчислень</i></p> <p> $d :=$ <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 30px; text-align: center;">3.81</td><td style="width: 30px; text-align: center;">(мм)</td></tr><tr><td style="text-align: center;">3.69</td><td></td></tr><tr><td style="text-align: center;">3.65</td><td></td></tr></table> $t :=$ <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 30px; text-align: center;">2.33</td><td style="width: 30px; text-align: center;">(сек)</td></tr><tr><td style="text-align: center;">2.41</td><td></td></tr><tr><td style="text-align: center;">2.44</td><td></td></tr></table> </p> <p>6.6 Введіть значення густини рідини (ρ_1) та кулі (ρ_2) у $\text{кг}/\text{м}^3$, а також діаметра циліндра D у мм:</p> <p> $\rho_1 := \frac{\quad}{ 1000} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $\rho_2 := \frac{\quad}{ 1100} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $D_{\text{цил}} := \frac{\quad}{ 44.05} \text{ мм}$ </p>	3.81	(мм)	3.69		3.65		2.33	(сек)	2.41		2.44	
3.81	(мм)												
3.69													
3.65													
2.33	(сек)												
2.41													
2.44													

Рис. 2.22. Внесення значень фізичної величини в Mathcad-документ з переведенням одиниць вимірювання в СІ та заповнення таблиць і текстових полів

1. Інтерпретація результатів експерименту: встановлення аналітичних, функціональних залежностей між фізичними величинами, побудова графіків. Для розрахунку коефіцієнта в'язкості рідини в програмі Mathcad створюємо область введення необхідних формул і додаємо проміжні обчислення (рис. 2.23). Згодом цю область можна згорнути та через блокування обмежити до неї доступ. Після

необхідних вимірювань, заповнення таблиць і текстових полів в електронному протоколі студенти отримують в автоматичному режимі експериментальні результати – коефіцієнти в'язкості рідини та їх середнє значення.

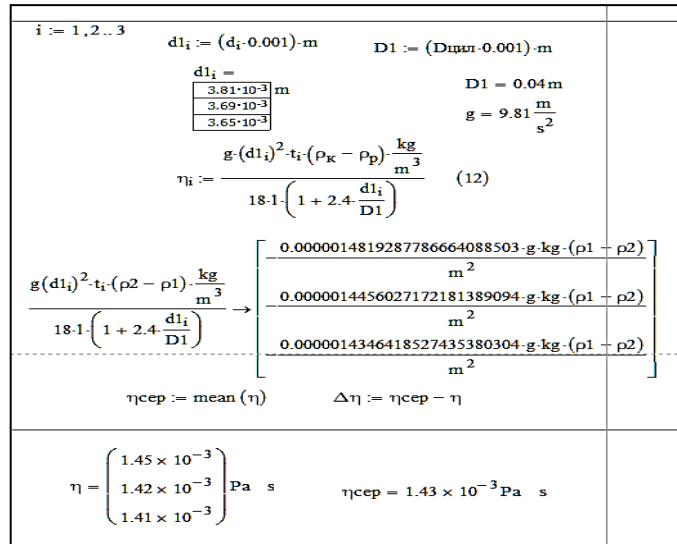


Рис. 2.23. Область Mathcad документа з формулами та проміжними обчисленнями коефіцієнта в'язкості рідини

Також у документі пропонується обчислення абсолютної похибки кожного досліджу та середньоквадратичної похибки вимірювань (рис. 2.24).

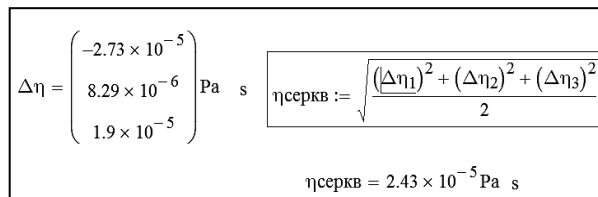


Рис. 2.24. Абсолютні похибки результатів експерименту

Очевидно, що в такому разі вивільнення часу, який студенти зазвичай втрачають на математичні розрахунки, надасть їм можливість здійснити ґрунтовний критичний аналіз експериментальних результатів.

Важливим етапом лабораторного дослідження є візуалізація залежності швидкості кульки від часу при її нерівномірному русі в рідині та порівняння її значення (за графіком) з експериментальним результатом. Для цього достатньо створити текстове поле з вибором номеру досліджу (рис. 2.25), ввести необхідні

формули та розв'язати диференціальне рівняння $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = C$, де $v = y(t)$, що дозволить побудувати графічну залежність $v(t)$ (рис. 2.26).

Виберіть номер досліду $n := 2$

Перерахувати

$t_n = 2.41$ $dk := (0.001 d_n) \cdot m$ $dk = 3.69 \times 10^{-3} m$
 $d_{сер} := \text{mean}(d_1, d_2, d_3) \cdot 0.001 \cdot m$ $d_{сер} = 3.717 \times 10^{-3} m$
 $\eta_{сер} := \eta_{сер} \cdot \frac{1}{Pa}$ $C := g \cdot \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right) \cdot \frac{s^2}{m}$ $\tau := \frac{\rho_2 \cdot d_{сер}^2 \cdot \frac{1}{m^2}}{18 \cdot \eta_{сер}}$
 $C = 0.892$ $\tau = 0.592$ $v_{lim} := C \cdot \tau \cdot \frac{m}{s}$ $v := \frac{l}{t_n \cdot s}$

Given $v_{lim} = 0.528 \frac{m}{s}$
 $\frac{d}{dt} y(t) + \frac{y(t)}{\tau} = C$ $y(0) = 0$

 $y := \text{Odesolve}(t, 10)$ $\underline{t} := 0, 0.1 .. 10$

Рис. 2.25. Математичне моделювання падіння кульки в рідині

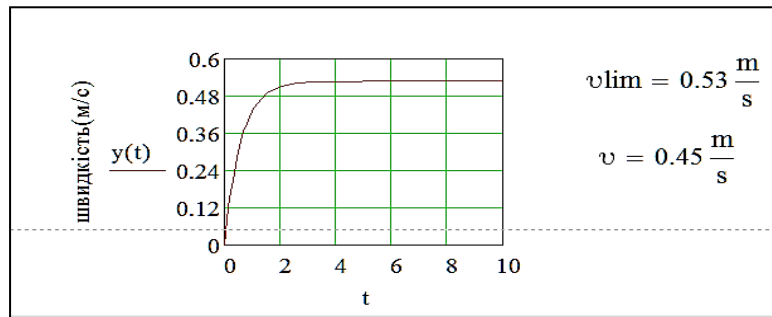


Рис. 2.26. Графічна модель падіння кульки в рідині

Порівняння одержаної за графіком швидкості з дослідними даними допомагає з'ясувати причини похибок вимірювання, які студенти повинні висвітлити у своїх висновках. Наприкінці роботи з метою виявлення рівня їх теоретичної та практичної підготовки студентам пропонується відповісти на відповідні контрольні запитання.

Достатньо важливим у застосуванні документів Mathcad під час виконання лабораторних робіт, на наш погляд, є те, що результати експерименту дозволено зберігати для їх наступного оцінювання у форматах xmscd, html і як документ Word. За наявності зв'язку із сервером Mathcad, доступ до такого документу для

спільної роботи та корегування можна отримати через мережу Internet з будь-якої точки світу як із персонального комп'ютера, так і зі смартфонів і планшетів.

СКМ Mathcad у навчанні фізики має значний потенціал також для здійснення аналізу графічної інтерпретації фізичних явищ і процесів. Розглянемо коротко означене на прикладі лабораторної роботи «Перевірка законів кінематики руху тіла, що кинуте під кутом до горизонту» (додаток Ж.2). Відмінність авторського підходу у виконанні цієї роботи від традиційного полягає у тому, що такий експеримент передбачає перевірку низки функціональних залежностей, а саме: дальності польоту тіла від кута пострілу $l(\alpha)$, висоти підйому тіла від кута пострілу $h(\alpha)$; інтерполяція залежності $l(\alpha)$, що дозволяє перевірити її характер та порівняти з теоретичною залежністю; побудова траєкторії руху тіла за середнім значенням початкової швидкості руху тіла та кутом пострілу.

Під час виконання лабораторного експерименту із застосуванням Mathcad за допомогою інструмента «Трасировка» у студентів з'являється можливість відслідкувати за графіком залежності $l(\alpha)$ кут, за якого дальність польоту буде максимальною (рис. 2.27).

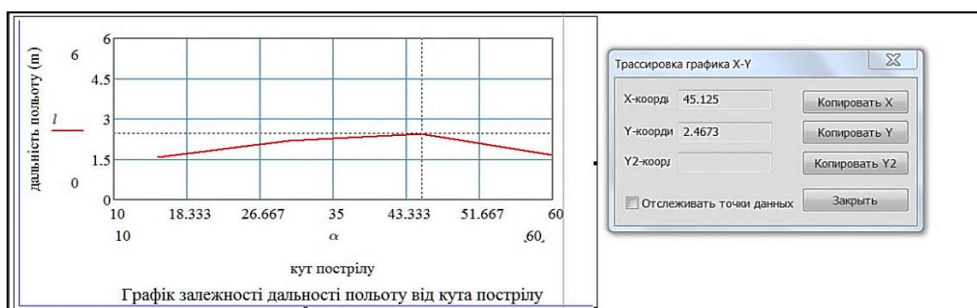


Рис. 2.27. Застосування інструменту «Трасировка» у дослідженні залежності $l(\alpha)$

До корисних засобів побудови та аналізу функціональних залежностей між фізичними величинами в програмі Mathcad відносяться інструменти інтерполяції (знаходження проміжних значень фізичної величини за її відомими значеннями) та апроксимації (наближений опис за допомогою функції залежності, заданої у вигляді масивів даних). Вважаємо, що вид експериментальної функції, одержаної методами апроксимації та інтерполяції, дозволяє студентам надати їй правильну

оцінку та обґрунтування. Наприклад, внаслідок інтерполяції функції $l(2\alpha)$ отримуємо її згладжений вигляд та робимо висновок про те, що $l \sim \sin 2\alpha$ (рис. 2.28).

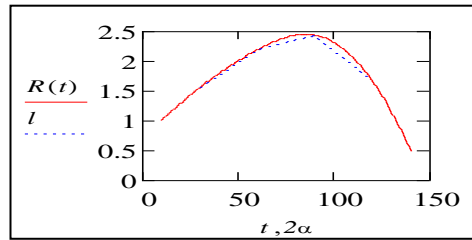


Рис. 2.28. Графік функції $l(2\alpha)$

Метою лабораторної роботи «Вивчення роботи фотоелемента та перевірка законів фотометрії» (додаток Ж.3) є перевірка залежності освітленості поверхні E від відстані до цієї поверхні r за нормального падіння світлових променів та залежності освітленості поверхні від кута падіння променів. Досвід апроксимації експериментальної залежності освітленості поверхні від відстані до цієї поверхні дає змогу студентам графічно перевірити справедливість співвідношення $E \sim \frac{1}{r^2}$ та сприяє свідомому з'ясуванню ними змісту закону освітленості (рис. 2.29).

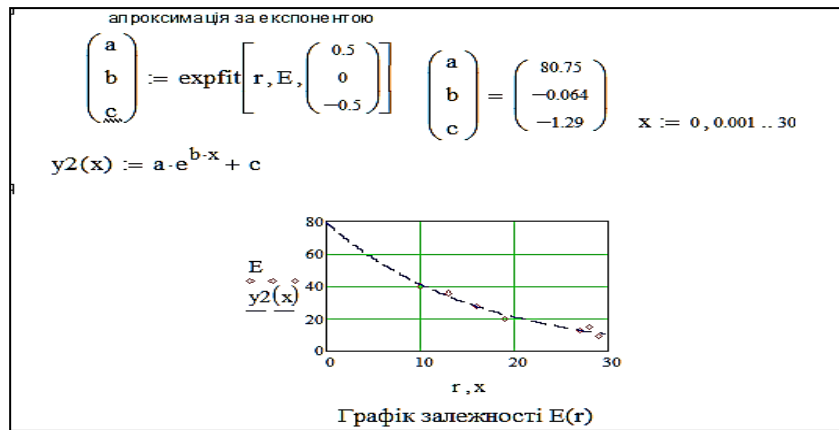


Рис. 2.29. Апроксимація залежності $E(r)$

Водночас для підтвердження справедливості експериментального результату на основі аналітичних виразів студентам пропонується перевірити виконання закону обернених квадратів для будь-яких двох послідовних дослідів. Така дихотомія вивчення законів

Введіть номери дослідів $k :=$ $k + 1 = 4$

$\frac{E_k}{E_{k+1}} = 1.4$ $\left(\frac{\Gamma_{k+1}}{\Gamma_k}\right)^2 = 1.41$

+

фотометрії, що вкрай важко реалізувати протягом часу відведеного на виконання традиційного лабораторного експерименту, озброює студентів знаннями щодо можливостей вивчення фізичних законів, явищ і процесів з різних їх сторін та сприяє реалізації технологічного підходу у навчанні фізики. Також графічні засоби програми Mathcad дозволяють миттєво побудувати експериментальну функціональну залежність освітленості поверхні від кута падіння на неї променів та порівняти з аналітичним виразом відповідного закону фотометрії.

Останньою роботою, що виконується за допомогою графічних засобів СКМ Mathcad є експеримент з вивчення роботи термоелемента та його градування (додаток Ж.4). Сутність авторського підходу у виконанні запропонованої лабораторної роботи від традиційного полягає в тому, що завдяки вбудованим у програмі функціям `intercept`, `slope` та лінійної апроксимації `line` (рис. 2.30) студенти одночасно експериментально отримують як аналітичний вираз, так і графік залежності сили струму від різниці температур спаїв термопари $I(\Delta T)$, за якими визначають її сталу ε_0 та похибку вимірювань δ (рис. 2.31).

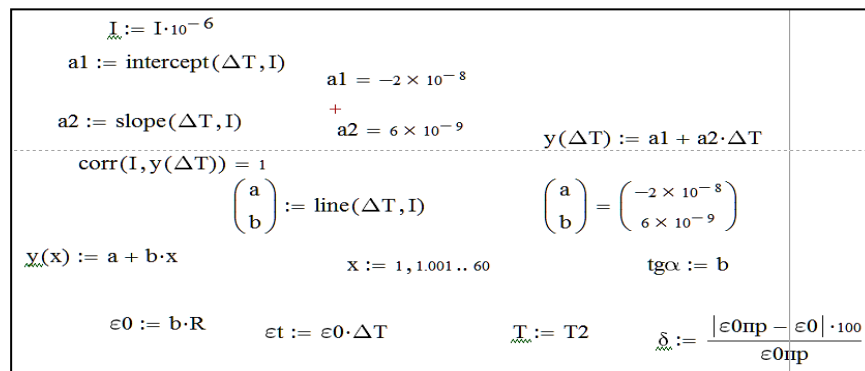


Рис. 2.30. Використання функцій `intercept`, `slope` та лінійної апроксимації `line` в лабораторному експерименті з вивчення роботи термопари

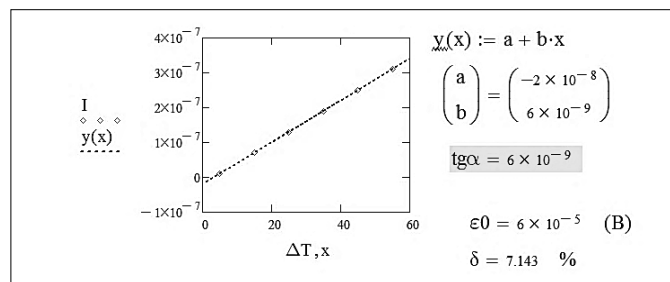


Рис. 2.31. Знаходження аналітичного виразу функціональної залежності $I(\Delta T)$

За результатом експерименту будують графічну залежність $\varepsilon_i=f(\Delta T)$ термоелектрорушійної сили термопарі від різниці температур на кінцях її спаїв та за вказівкою викладача за графіком визначають температуру досліджуваного тіла.

Отже, зазначене вище дає змогу дійти висновку, що СКМ Mathcad наділена потужними графічними функціями, які можна використати під час навчального фізичного експерименту, що дозволить творчо підійти до його організації та практичної реалізації, максимально використати діяльнісний і диференційований підходи у навчанні, розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення студентів, їх графоаналітичні вміння та навички, науковий світогляд і відповідний стиль мислення. Разом з тим, використання цієї програми дозволяє студентам уникнути складних обчислень та зосередитися більшою мірою на кінцевих результатах дослідження. У випадку виникнення питання щодо педагогічної доцільності автоматизації математичних обчислень і графічних побудов у лабораторному експерименті з фізики, слід зазначити, що «наявність різноманітних СКМ, у тому числі Mathcad, аж ніяк не означає, що можна успішно розв'язувати освітні завдання без відповідної теоретичної підготовки студентів з математики, наявності вмінь аналізувати завдання. Використання комп'ютера та інформаційних технологій дає лише змогу суттєво вплинути на їх математичну діяльність (зміст, методи, засоби)» [125, с. 21].

Останньою лабораторною роботою фізичного практикуму у коледжі техніко-технологічного напрямку, що передбачає використання для обробки та інтерпретації її результатів графічних засобів програми динамічної математики GeoGebra є експеримент з встановлення залежності опору металевго провідника від температури та знаходження температурного коефіцієнта опору міді («Вивчення властивостей провідників (температурного коефіцієнту опору міді)») (Додаток Ж.5).

Відмінністю запропонованої автором експериментальної роботи студентів від традиційної є її спрямованість на використання графічних і графоаналітичних прийомів вивчення фізичного явища з використанням засобів КГ. Так, програмою GeoGebra передбачено не лише виконання студентами лабораторного експерименту за опанованими раніше способами діяльності з використанням

систем КГ (внесення в таблицю експериментальних даних, побудова функціональної залежності). Графічний інтерфейс цифрового ресурсу дає змогу провести подальшу змістову та формальну інтерпретацію результатів експерименту за рахунок одержання за результатами вимірювань графічного й аналітичного видів функції, близької до істинної досліджуваної функції. Розглянемо коротко методичні особливості проведення зазначеного вище лабораторного експерименту

Визначення температурного коефіцієнта опору міді на основі одержаних за допомогою вимірювальних приладів даних передбачає побудову графіка лінійної функції вигляду: $y = ax + b$, яка характеризує залежність опору міді від температури $R(t)$ (рис. 2.32). Опір міді R_0 за температури 0°C є ординатою точки перетину графіка з віссю R та дорівнює значенню b .

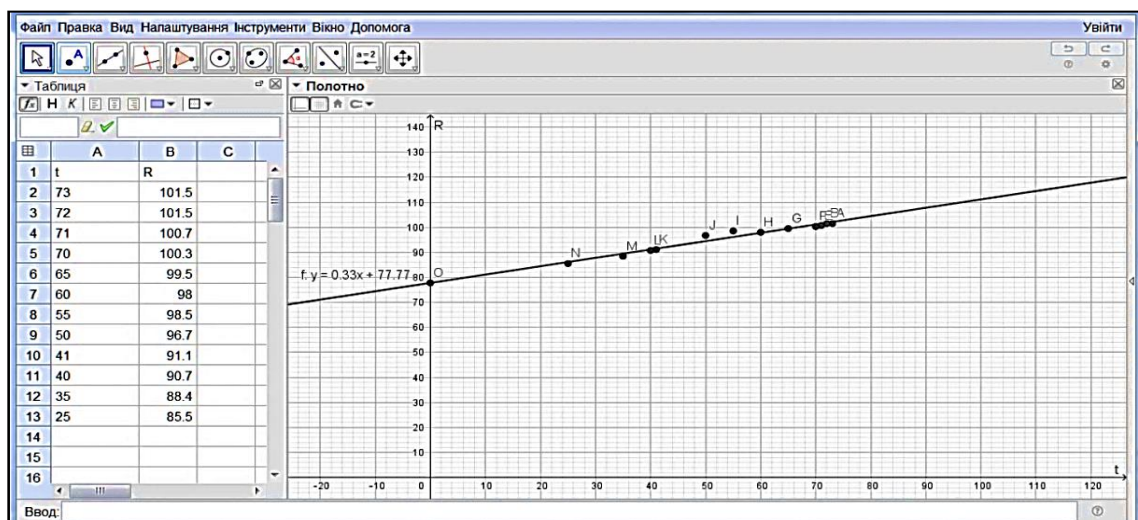


Рис. 2.32. Визначення температурного коефіцієнта опору міді за допомогою програми GeoGebra

За математичним виразом залежності опору металу від температури $R = R_0(1 + \alpha t)$ очевидно, що $a = R_0 \times \alpha$. Користуючись одержаною функцією $y(x)$, визначають температурний коефіцієнт опору за формулою $\alpha = \frac{a}{R_0}$ та відносну похибку вимірювання. Такий підхід до визначення коефіцієнта опору металу дає результат, похибка якого значно менша за похибку, отриману під час аналітичної обробки експериментальних даних.

За умов нестачі або відсутності необхідного навчального обладнання для певної лабораторної роботи фізичного практикуму можна скористатися її віртуальним варіантом. Так, для експериментальної перевірки основного рівняння динаміки обертального руху нами було розроблено й апробовано в освітній практиці коледжу техніко-технологічного напрямку комп'ютерну анімаційну модель «Маятник Обербека» (рис. 2.33), яка включає [85, с. 46]:

- інтерактивне віртуальне устаткування «Маятник Обербека»;
- кнопки керування анімацією: *старт*, *перезавантаження*, *зупинка*;
- інструменти інтерактивної взаємодії: обрання відстані від осі обертання до тягарців, висоти падіння, маси тіла, підвішеного до шківів;
- кнопки *Zoom+* та *Zoom-* для зручності налаштування висоти падіння тіла;
- автоматичне визначення часу падіння тіла.

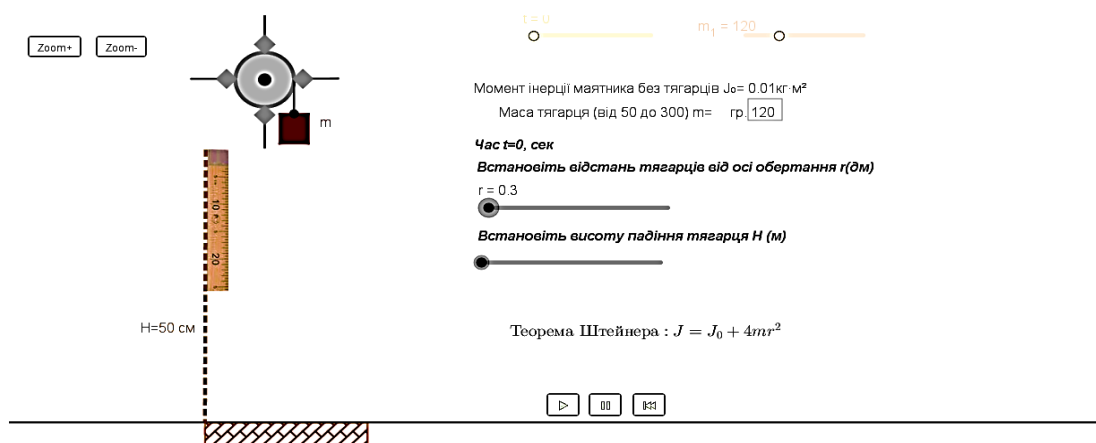


Рис. 2.33. Анімація «Маятник Обербека»

Користуючись зазначеною анімацією, студенти визначають момент інерції маятника Обербека та перевіряють виконання основного рівняння динаміки обертального руху (додаток Ж.6). Можливість залучення анімації під час пояснювально-ілюстративного, проблемного, пошуково-дослідницького методів і прийомів навчання; набуття студентами за її допомогою знань, умінь і навичок з фізики, ціннісних орієнтацій, опанування універсальними способами навчально-пізнавальної діяльності – усе це разом розкриває дидактичну цінність анімаційної моделі «Маятник Обербека». Варіювання експериментальних даних цієї анімації з метою диференціації та індивідуалізації навчальних завдань зумовлює її

використання як під час практичної або самостійної роботи, так і лабораторного та демонстраційного експерименту, а також дистанційного навчання. Розглянемо коротко методичні особливості виконання зазначеного лабораторного експерименту.

Методичний коментар. Лабораторна робота «Перевірка основного рівняння динаміки обертального руху за допомогою маятника Обербека», яку виконують студенти техніко-технологічних спеціальностей коледжу за допомогою комп'ютерної анімаційної моделі «Маятник Обербека», передбачає перевірку залежностей: $\varepsilon \sim M$ при $J=const$ та залежності $\varepsilon \sim 1/J$ при $M=const$. Для встановлення факту $\varepsilon \sim M$ ($J=const$) пропонується за сталої відстані розташування тягарців відносно осі обертання маятника та певної висоти падіння тіла визначити час падіння спочатку тіла однієї маси, а потім – іншої. За отриманими результатами необхідно знайти кутові прискорення маятника для тіл різної маси для кожного досліду та їхні середні значення. Користуючись формулою $M = mR \cdot (g - \varepsilon_{cp} R)$, визначають обертальні моменти діючих на систему сил (силами тертя при цьому нехтують) та перевіряють загалом виконання закону: $M=J \cdot \varepsilon$.

Встановлення залежності $\varepsilon \sim 1/J$ ($M=const$) проводить для тіла однієї маси, змінюючи момент інерції маятника переміщенням тягарців відносно осі обертання. Для кожного моменту інерції за різної висоти падіння визначають час падіння та кутове прискорення маятника. Після визначення середніх значень кутового прискорення знаходять моменти інерції маятника за формулою $J = mR \cdot \left(\frac{g}{\varepsilon_{cp}} - R \right)$ та подають загальні висновки [85, с. 47].

Варто зазначити, що у ході виконання зазначеного лабораторного експерименту за допомогою інтерактивної графічної анімації «Маятник Обербека» студенти найчастіше вказують на зручність її використання, зростання інтересу до експериментаторської роботи, можливість самостійно обирати вихідні дані для експерименту, керувати траєкторією своїх дій та проводити багаторазові випробування. З метою підготовки студентів до виконання окресленої експериментальної роботи та реалізації міжпредметних зв'язків фізики з

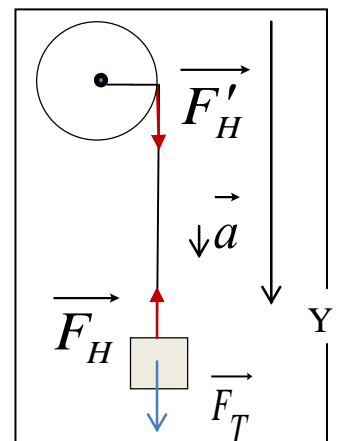
дисциплінами фахового спрямування доцільним є колективне розв'язування задачі професійно-орієнтованого змісту з використанням розробленої графічної анімації.

Формулювання завдання та його розв'язування: у своїй професійній діяльності випускники техніко-технологічних коледжів зустрічаються з проблемами в роботі технічних пристроїв, механізмів, необхідністю розрахунків їхніх фізичних параметрів і характеристик. Аналізуючи конструкції різних машин, неважко помітити, що більшість з них мають однакові типи деталей та збірних одиниць (вали, механічні передачі, підшипники тощо). Тому дослідження законів динаміки, на основі яких вони працюють, є важливою умовою успішної професійної діяльності. Для цього, користуючись анімацією «Маятник Обербека», ми пропонуємо студентам розв'язати практичну задачу: за даними, одержаними з анімаційної моделі, визначити момент сили, що діє на маятник.

Розв'язування практичної задачі:

1. Обираємо тіло певної маси (від 50 до 300 гр.). Перший – другий варіанти обирають однакову масу тягарця.
2. Встановлюємо довільну відстань r від шківів до тягарців. Третій – четвертий варіанти обирають однакову відстань.
3. Визначаємо діаметр шківів d .
4. За допомогою інструментів керування анімацією встановлюємо довільну висоту падіння тіла H . Відпускаємо вантаж і визначаємо час t його падіння з висоти H .
5. Які сили діють на вантаж (тертям нитки знехтувати)?

6. Показуємо напрямок сил на рисунку та напрямок прискорення вантажу. На вантаж діють дві сили: сила тяжіння \vec{F}_T та сила натягу нитки \vec{F}_H , що спрямована вертикально вгору. Вектор прискорення вантажу спрямований вниз. Обертний момент M маятнику надає сила \vec{F}'_H , яка прикладена за дотичною до його шківів з боку нитки і дорівнює за модулем силі її натягу. Отже, модуль моменту сили, що діє на маятник визначаємо за формулою:



$$M = F_H r \quad (2.8)$$

7. Записуємо у векторній формі II закон Ньютона для обраного вантажу:

$$m\vec{a} = \vec{F}_T + \vec{F}_H \quad (2.9)$$

8. Обираємо вертикальну вісь Y та проектуємо векторні величини на цю вісь. Записуємо відповідну рівність, з якої знаходимо силу натягу нитки:

$$F_H = m(g - a) \quad (2.10)$$

9. Прискорення руху тіла визначаємо з відомої формули:

$$a = \frac{2H}{t^2} \quad (2.11)$$

10. Момент сили обчислюємо за формулою:

$$M = m\left(g - \frac{2H}{t^2}\right) \quad (2.12)$$

11. Прискорення, з яким рухається тіло є тангенціальним прискоренням, що пов'язане з кутовим прискоренням маятника за формулою:

$$\varepsilon = \frac{a}{r} = \frac{4H}{dt^2} \quad (2.13)$$

12. Обчислюємо кутове прискорення ε та робимо висновки.

Після виконання практичної задачі пропонуємо студентам першого та другого варіантів колективно встановити за сталої маси тягарця m характер залежності ε від r ; студентам третього та четвертого варіантів – за сталого моменту інерції J характер залежності M від ε . Потім за одержаними результатами доводимо справедливість основного рівняння динаміки обертального руху: $M = J\varepsilon$.

Костатуємо, що розв'язання цієї задачі з використанням анімаційної графічної моделі «Маятник Обербека» дозволяє сформулювати не тільки практичні уміння студентів, але й експериментаторські навички, та сприяє інтеграції фізико-технічних знань з метою їх реалізації у майбутній професійній діяльності. Разом з тим можливість інтерактивної взаємодії студентів з анімаційною моделлю дозволяє реалізувати під час виконання дослідження особистісно орієнтований, діяльнісний і компетентнісний підходи та передбачає використання індивідуальної і колективної форм роботи. До задач професійно-орієнтованого

змісту, які пропонуються студентам коледжів техніко-технологічних спеціальностей коледжів під час вивчення законів динаміки обертального руху, зокрема у якості додаткового завдання до лабораторного експерименту, відносяться такі задачі: маховик масою $m=600\text{кг}$ і діаметром $d=3\text{м}$ укріплений на валу, що встановлений у підшипниках. Для визначення моменту сили тертя M_{TP} у підшипниках маховику надали частоту обертання $n_0=2400\text{об/хв}$, а потім від'єднали від джерела живлення. Через $t=10\text{хв}$ маховик припинив обертання. Визначити момент сили тертя M_{TP} , якщо момент інерції маховика становить $I_z=0,46d$ [240, с. 55]. Після завершення лабораторного практикуму студентам пропонуємо виконати тематичну контрольну роботу (додаток Ж.7).

На основі викладеного матеріалу маємо можливість порівняти традиційний та інноваційний авторський (за допомогою систем КГ) підходи до виконання навчального фізичного лабораторного експерименту у коледжах техніко-технологічного напрямку (див. табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Порівняння традиційного та інноваційного підходів (за допомогою комп'ютерно-графічних технологій) у виконанні навчального лабораторного фізичного експерименту

Інноваційний підхід	Традиційний підхід
комп'ютерне графічне моделювання фізичних явищ і процесів	побудова графічних образів за допомогою лінійки й олівця
високий ступінь точності та візуалізації, що підвищує якість засвоєння теоретичного матеріалу	задовільний ступінь точності та візуалізації
одночасне подання результатів експерименту в аналітичному і графічному вигляді; можливість варіювання різних параметрів для отримання графіків залежностей між ними	подання аналітичної залежності між фізичними величинами та обмеженість графічного аналізу зв'язку між параметрами, що описують фізичне явище або процес
можливість безпосереднього спостереження в часі за плином фізичного процесу	відсутність можливості безпосереднього візуального спостереження динаміки протікання фізичного процесу
можливість корекції результатів експерименту, збереження даних у табличному процесорі Excel для наступної обробки	обмеженість часу на корекцію результатів експерименту, переважно ручна обробка даних

Продовження табл. 2.6

естетична та практична привабливість графічного інтерфейсу, що мотивує студентів до дослідницької діяльності та розширює їхні творчі можливості	рутинна робота по обробці, інтерпретації та оформленню результатів експерименту, що знижує інтерес студентів до дослідницької діяльності
високий ступінь керованості та контролю процесом виконання лабораторного експерименту з боку викладача	епізодична керованість та контроль процесом виконання лабораторного експерименту з боку викладача

Отже, «освітні ресурси нового покоління забезпечують навчання фізики значно досконалішими способами реалізації таких методів фізики, як експериментальний, графічний, навички застосування яких у навчанні студентів коледжів техніко-технологічного напрямку є ключовими» [73, с.72]. Власний педагогічний досвід свідчить, що комплексне використання систем КГ в лабораторному навчальному фізичному експерименті коледжу техніко-технологічного напрямку підвищує мотивацію і пізнавальний інтерес студентів, сприяє свідомому і міцному засвоєнню предметних знань, успішному формуванню практичних умінь і навичок, розвитку їх інтелектуальних і творчих здібностей, а отже, й якості освітнього процесу.

Висновки до розділу 2

У розділі визначено критерії та показники рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, теоретично обґрунтовано і розроблено методичну систему її формування з використанням систем КГ; схарактеризовано методичні особливості використання систем КГ в навчанні фізики під час вивчення нового лекційного матеріалу, розв'язування різного типу і рівня складності практичних задач, у ході виконання лабораторного практикуму та самостійної роботи, організації фахової спрямованості навчального матеріалу на основі впровадження в освітній процес розробленого навчально-методичного забезпечення.

На основі аналізу законодавчої бази в сфері освіти, установчих документів ЗВО I-II рівнів акредитації/передвищої фахової освіти, науково-методичних джерел визначено критерії та показники рівнів сформованості предметної

компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ. Відповідно до запропонованої структури предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку когнітивний, діяльнісний та особистісний критерії пов'язані з низьким, середнім, достатнім та високим рівнями її сформованості, кожному з яких поставлено у відповідність певні вимірники.

Розроблено методичну систему формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ, що базується на взаємозв'язку окремих компонентів (цільового, змістового, процесуального та оцінювального) та передбачає реалізацію певних методологічних підходів та організаційно-педагогічних умов, за яких забезпечується ефективне досягнення освітніх цілей. Розроблена методична система навчання фізики є відкритою та гнучкою; її змістовий компонент спроектовано з урахуванням принципів науковості, наочності, доступності, системності, активності й самостійності, інформатизації та комп'ютеризації освітнього процесу та ґрунтується на засадах інтеграції змісту фізики та професійно орієнтованих навчальних дисциплін підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

Розроблено та впроваджено в освітній процес підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку навчально-методичний комплект «Фізика», до якого увійшли: робоча програма курсу фізики, комп'ютерні графічні анімаційні моделі фізичних явищ і процесів; комп'ютерно-орієнтовані практичні, лабораторні та самостійні роботи, у тому числі з використанням цифрової лабораторії Register Data Logger; комп'ютерні графічні засоби візуалізації розв'язування фізичних задач, предметні завдання професійно орієнтованого змісту, матеріали для діагностики рівня предметної компетентності студентів з фізики. Розроблений навчально-методичний комплект передбачає організацію освітнього процесу з фізики на основі особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного, системного, інтегративного та синергетичного підходів із залученням пояснювально-ілюстративних, частково-пошукових, проблемних і дослідницьких методів і прийомів навчання, а також фронтальних, групових та індивідуальних форм навчально-пізнавальної діяльності студентів. Розроблене

навчально-методичне забезпечення оформлено та видано у вигляді навчально-методичного посібника, який успішно використано як в освітньому процесі коледжів і технікумів, так і під час підготовки школярами наукових робіт в рамках Малої академії наук України. у навчанні фізики у ЗЗСО і наукових роботах слухачів територіальних відділень Малої академії наук України.

Запропоновано на конкретних прикладах методичні підходи до використання систем КГ у навчанні фізики під час опанування студентами лекційним матеріалом, розв'язування практичних задач, виконання самостійної роботи та робіт лабораторного практикуму, що підвищило ефективність їх навчально-пізнавальної діяльності, сприяло формуванню предметної компетентності та особистісному професійному зростанню майбутніх фахівців. Висвітлено шляхи забезпечення фахової спрямованості начального матеріалу з акцентом на застосування систем КГ у майбутній професійній діяльності.

Основні положення другого розділу дисертації представлено автором у публікаціях [68; 72; 73; 74; 77; 78; 80; 82; 83; 85].

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ КОЛЕДЖІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАПРЯМУ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

3.1. Організація та проведення педагогічного експерименту

Розв'язання науково-дослідних задач у будь-якій області, зокрема в галузі теорії та методики навчання фізики, передбачає обов'язкове використання спеціальних методів, прийомів і способів виявлення певних закономірностей, перевірки гіпотез та об'єктивності теоретичних положень наукового дослідження. До провідного методу наукового дослідження у педагогічній науці відносять педагогічний експеримент. «Педагогічний експеримент – це комплексний багатокомпонентний метод дослідження, призначений для об'єктивної та доказової перевірки вірогідності гіпотези, теоретичних конструкцій, уточнення окремих висновків наукової теорії, який є ієрархічно організованим і контрольованим процесом науково-педагогічної діяльності» [169, с. 28]. Розглянемо організацію та основні етапи проведеної нами дослідно-експериментальної роботи.

Теоретичні засади експериментальних досліджень у педагогічній науці, на які ми спиралися в процесі планування, організації та проведення педагогічного експерименту, визначені у працях С.У. Гончаренка [3], Е.А. Панасенко [169], В.К. Сидоренка [226], Н.Т. Тверезовської [226]. На думку науковців, педагогічний експеримент включає в себе декілька фаз [169, с. 28]:

– осмислення і формулювання проблеми, що потребує експериментального дослідження; оцінювання значення розв'язання досліджуваної проблеми для педагогічної науки та освітньої практики; формулювання мети, завдань експерименту; обґрунтування експериментальних умов; формулювання гіпотези; визначення незалежної, залежної та додаткових змінних;

– створення програми експерименту; розроблення методики та технології експерименту; створення його матеріального, мотиваційного, організаційного, методичного забезпечення;

– безпосереднє проведення експерименту; аналіз та обробка отриманих результатів, їх співвіднесення з метою та завданнями експерименту; підтвердження або спростування гіпотези; впровадження результатів експерименту у педагогічну науку та практику.

Отже, в рамках педагогічного експерименту було окреслено тему дослідження та обґрунтовано її актуальність, обрано об'єкт і предмет дослідження, сформульовано мету та завдання дослідження відповідно до його спрямування, підготовлено робочу гіпотезу; розроблено методичну систему, обґрунтовано організаційно-педагогічні умови її ефективності під час впровадження в освітній процес з фізики коледжів, створено необхідний інструментарій для виконання експериментальної роботи. Водночас була сформована експериментальна база дослідження, до якої увійшли: Глухівський коледж Сумського національного аграрного університету, Київський технікум електронних приладів, Політехнічний технікум Конотопського інституту Сумського державного університету, Хіміко-технологічний коледж імені Івана Кожедуба Шосткинського інституту Сумського державного університету. Наступним кроком стало впровадження результатів дослідження в практику навчання фізики студентів коледжів (нині – фахових коледжів) техніко-технологічного напрямку, зібрання емпіричних даних, їх аналіз, обробка та інтерпретація з метою підтвердження (спростування) робочої гіпотези. Вищезазначена програма дослідження була реалізована трьома етапами: констатувального (2014–2016 рр.), пошукового (2016–2017 рр.), формувального (2017–2018 рр.).

Завданням констатувального етапу експерименту було вивчення стану розробки проблеми формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ та виокремлення вихідних положень дослідження. Для вирішення окресленого завдання було проведено аналіз та систематизацію психолого-педагогічної й

науково-методичної літератури за темою дослідження; підручників, посібників і збірників задач з курсу фізики для закладів вищої та загальної середньої освіти, а також спеціальної літератури з галузі комп'ютерних графічних технологій. Разом з тим виконувалася робота з дослідження чинних стандартів і законодавчої бази вищої освіти (нині – фахової передвищої освіти); освітніх програм підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку, навчальних програм базових та спеціальних дисциплін з метою означення ключових понять дослідження, вимог до якості освіти в ЗВО I–II рівнів акредитації та встановлення міжпредметних зв'язків фізики з дисциплінами навчального плану підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

Так, під час аналізу робочих навчальних програм з фізики та дисциплін освітніх програм професійної підготовки студентів за спеціальностями 133 «Галузеве машинобудування» та 161 «Хімічні технології та інженерія» з урахуванням їх змісту, специфіки методів пізнання та характеру навчально-пізнавальної і майбутньої професійної діяльності було виявлено необхідність і педагогічну доцільність забезпечення інтеграції курсу фізики з професійно орієнтованими навчальними дисциплінами. Водночас на констатувальному етапі було проведено: а) анкетування студентів закладів освіти, що увійшли до експериментальної бази дослідження, з метою виявлення проблем та перспективи формування предметної компетентності з фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку із залученням систем КГ; б) діагностування стану навчання фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку та його забезпечення програмно-апаратними засобами для організації освітнього процесу з використанням систем КГ. Унаслідок цього було виявлено невідповідність сучасних вимог державних нормативних документів в галузі вищої освіти I–II рівнів акредитації/фахової передвищої освіти до якості фундаментальної підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з фізики та її реальним станом.

Аналіз результатів анкетування та тестування (див. п. 1.3) засвідчив, що 22% студентів коледжів мають низький рівень володіння графічним методом

дослідження фізичних явищ і процесів; 46% – середній, і лише 31% – достатній та високий рівні. Встановлено, що майже 70% студентів віддають перевагу засобам КГ під час побудови графіків, креслення деталей машин та механізмів і тільки 22% опитаних вважають олівець і лінійку основними інструментами візуалізації даних. Водночас 50% респондентів вказують на відсутність знань і досвіду використання програмних ресурсів КГ в освітньому процесі, 34% студентів серед чинників, які унеможливають набуття таких знань і досвіду, виділяють брак відповідного програмного забезпечення; 16% опитаних стверджують, що в них не має інтересу до застосування засобів КГ у навчанні. Було з'ясовано, що 67% респондентів вміння та навички використання ресурсів КГ у практичній діяльності відносять до значущих характеристик майбутніх фахівців техніко-технологічного напрямку. Також протягом констатувального етапу дослідження відбувалося вивчення передового педагогічного досвіду; ознайомлення зі ступенем готовності викладачів і студентів коледжів техніко-технологічного напрямку до реалізації потенціалу систем КГ і засобів ІКТ у навчанні фізики; розглянуто функціональні особливості новітніх програмних засобів КГ, зокрема таких, опанування якими передбачено освітніми програмами підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку; проведено опитування, бесіди з викладачами та студентами стосовно їхньої практики використання комп'ютерних графічних технологій в освітньому процесі.

З'ясовано, що, по-перше, наявний традиційний підхід до використання графічного методу дослідження та інформаційно-репродуктивний підхід застосування сучасних ІКТ у навчанні фізики не здатні забезпечити на якісному рівні формування предметної компетентності студентів відповідно до сучасних державних нормативних вимог, а отже, вимагають оновлення і модернізації. По-друге, більшість з програм, які входять до систем КГ, не мають підтримки вітчизняних користувачів, забезпечені лише англійським або російським інтерфейсом, розраховані на формальне відтворення дій за інструкцією, а також спираються на знання мов програмування або на довготривале вивчення їх функціональних можливостей.

У зв'язку з необхідністю визначення рівня обізнаності викладачів коледжів із засобами та методами КГ було проведено опитування, яке показало, що в колі респондентів (загалом 82 особи) з поняттям комп'ютерних графічних технологій так чи інакше ознайомлені майже 77% викладачів (здебільшого на рівні обробки слайдів і фотографій). Програмні засоби КГ, окрім презентаційної графіки, у своїй професійній діяльності систематично використовують лише ті педагоги, які безпосередньо викладають предмети, що мають відношення до комп'ютерних технологій, комп'ютерної графіки, електротехнічних дисциплін, тобто 11% серед опитаних. Отже, під час розробки науково-методичних основ навчання фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ ми обирали такі електронні ресурси, які б мали перспективи подальшого розвитку у підготовці кваліфікованих фахівців під час вивчення, наприклад, технічної механіки, нарисної геометрії, вищої математики тощо.

Серед студентів техніко-технологічних спеціальностей закладів освіти, що увійшли до експериментальної бази дослідження, також було проведено анкетування (додаток 3.1), що мало на меті:

– з'ясувати: якими програмними засобами (перелік програм додавався) вони користуються у навчально-пізнавальній діяльності; які навчальні дисципліни забезпечуються запропонованими програмними засобами; яке коло завдань у навчанні студентів ЗВО I–II рівнів акредитації/фахових коледжів техніко-технологічного напрямку дозволяють вирішувати ці електронні ресурси;

– виявити серед програмних засобів такі, які відносяться до систем КГ, а саме: прикладні програми наукової, конструкторської, ілюстративної, ділової, художньої комп'ютерної графіки, мультимедіа, комп'ютерна анімація.

Окремо в анкеті студентам потрібно було вказати програмне забезпечення, що використовується ними в навчанні фізики (табл. 3.1).

Функціональний аналіз запропонованих в анкеті цифрових засобів засвідчує, що всі програми цієї групи мають відношення до комп'ютерних графічних технологій. Так, Microsoft Word, Microsoft Excel забезпечені комп'ютерним графічним інструментарієм – вбудованими графічними редакторами,

а Microsoft PowerPoint є самостійним графічним пакетом підготовки презентацій; Компас – система автоматизованого проектування (САПР – система), яку відносять до прикладних програм конструкторської КГ тощо.

Таблиця 3.1

**Аналіз використання студентами програмних засобів в освітньому процесі
коледжів техніко-технологічного напрямку**

Програма	Фізика	Інші дисципліни	Вид роботи
Microsoft Word	+	українська література, інформатика	самостійна робота
Microsoft Excel	+	інформатика, технічні дисципліни	обчислення, практична робота
Microsoft Access	-	інформатика	практична робота
Microsoft Publisher	-	комп'ютерні технології	практична робота
Microsoft PowerPoint	+	астрономія, історія, хімія, інформатика	презентації, практична робота
Adobe Photoshop	-	інформатика	практична робота
Paint	-	інформатика	практична робота
Mathcad	-	комп'ютерні технології	практична робота
Workbench	-	електроніка	практична робота
Компас	-	інженерна графіка	практична робота
Паскаль	-	комп'ютерні технології	практична робота
Delphi	-	комп'ютерні технології	практична робота
C++	-	комп'ютерні технології	практична робота

За результатами анкетування студентів коледжів техніко-технологічного напрямку виявлено, що на заняттях з фізики вони найчастіше використовують комп'ютерні програмні засоби Microsoft Word та Microsoft PowerPoint (переважно під час виконання самостійної роботи та підготовки навчальних презентацій) і лише поодинокі вказали пакет Microsoft Excel як засіб для проведення певних обчислень. Водночас студентам було запропоновано самостійно назвати програмний засіб або web-ресурс, яким вони користуються додатково в навчанні та побуті. За даними анкетування 85% студентів не змогли вказати жодного електронного ресурсу, решта (15%) відзначили графічний інструмент sPlan (для креслення електричних схем), графічний редактор Adobe Photoshop (для обробки фотографій), відеоредактори VideoPad Video Editor, Sony Vegas Pro, Mobize (для домашнього монтажу відео), Calculator (для обчислень), комп'ютерні ігри.

Отримані результати дають змогу дійти висновку, що значна частина студентів коледжів має низький рівень інформаційної культури та комп'ютерної грамотності, недостатньо володіє сучасними цифровими ресурсами та методами роботи з навчальною інформацією. Останнє зумовило актуальність і необхідність оновлення системи підготовки студентів коледжів техніко-технологічного напрямку через підвищення їх цифрової обізнаності й компетентності і, зокрема, модернізації змістового й процесуального складових освітнього процесу з фізики на основі ширшого використання систем КГ. Таким чином, за результатами констатувального експерименту виявлено:

- фрагментарність у використанні графічного методу дослідження в його сучасному розумінні;

- низький рівень природничо-математичної, зокрема фундаментальної, підготовки студентів як основи їх професійної компетентності та чинника успішного опанування спеціальних фахових дисциплін;

- низький рівень мотивації та готовності студентів до застосування сучасних ІКТ і систем КГ у навчально-пізнавальній діяльності з фізики;

- недооцінку значного дидактичного потенціалу систем комп'ютерної графіки в активізації пізнавальної діяльності студентів, підвищенні рівня та якості освітнього процесу з фізики в коледжах техніко-технологічного напрямку;

- відсутність розроблених адекватних методик формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ;

- недостатню увагу з боку науковців-методистів до проблеми впливу комп'ютерних графічних технологій на результати формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів.

У зв'язку з необхідністю подолання виявлених під час констатувального етапу педагогічного експерименту проблем у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку було обрано тему, виділено його об'єкт і предмет, визначено провідну мету та основні завдання дослідження, розв'язання яких вимагає система вищої освіти I–II рівнів акредитації/фахової передвищої освіти.

Пошуковий етап педагогічного експерименту включав в себе:

- виділення компонентів і розробку концептуальних засад процесу формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ (п.п. 1.1–1.3);

- визначення критеріїв та показників рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку (п. 2.1);

- розробку методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ (п. 2.2);

- проектування змісту навчання фізики для різних форм організації занять у коледжах техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ (п.п. 2.3–2.6);

- добір базових та інноваційних засобів реалізації розробленої методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ (п.п. 2.3–2.6).

За результатами аналізу програмних засобів КГ було обрано ті, що відносять до систем наукової комп'ютерної графіки, а саме: СКМ Mathcad, програма динамічної математики GeoGebra. На їх основі під час пошукового етапу дослідження розроблено комп'ютерні графічні анімаційні моделі до лекційних занять, електронну підтримку практичних і лабораторних робіт з фізики. Запропонована методика їх комплексного використання [53; 68; 71; 72; 73; 74; 77; 78; 79; 81; 84; 85] проходила апробацію у коледжах/технікумах техніко-технологічного напрямку, на основі чого до підготовленої методичної системи було внесено корективи і спроектовано наступні дії. Водночас протягом пошукового етапу експерименту було з'ясовано, що використання ППЗ GRAN на етапі ознайомлення студентів із системами КГ значно покращує їх загальну успішність та скорочує час на освоєння інших систем КГ.

Важливим результатом дослідження впродовж пошукового етапу експерименту стало розуміння винятковості у навчанні фізики ділової та ілюстративної КГ, яка на сучасному етапі представлена комп'ютерними засобами створення інфографіки, інтелект-карт тощо. Одним із механізмів підвищення

предметної компетентності студентів з фізики є педагогічно доцільне та раціональне використання у навчанні фізики web-ресурсів (аплетів, відкритих навчальних комплексів, інтерактивних симуляцій, мультимедіа та ін.), що сприяє реалізації графічного контенту у фізичній освіті. З огляду на це, до освітнього середовища формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів з використанням КГ, було додано онлайн-сервіси та програмні засоби створення інфографіки (Creately, Easel.ly), інтелект-карти (MindMeister), аплети (<https://www.walter-fendt.de/html5/phru/>). Водночас студентам пропонувалося самостійно обрати засоби розв'язання пізнавальних завдань з фізики. Так, упровадження графічного методу дослідження в освітній процес з фізики на пошуковому етапі, зокрема під час розв'язування фізичних задач із залученням графічних засобів табличного процесора Microsoft Excel, показало підвищення рівня графічної культури та посилення інтересу студентів до використання графічного методу на основі засобів КГ (до експерименту графічний метод під час розв'язування задач використовували 39%, на пошуковому етапі – 56%) [78]. Значної уваги з боку викладачів коледжів техніко-технологічного напрямку у становленні компетентнісного фахівця заслуговують лабораторні графічні інтерфейси цифрових фізичних лабораторій, функціональні й дидактичні можливості яких щоразу зростають та забезпечують вивчення фізики на високому науковому рівні. Тому в навчанні фізики до формування предметної компетентності був залучений графічний потенціал програмного забезпечення цифрового лабораторного комплексу Register Data Logger. Як підсумок, на основі розроблених методичних засобів було видано методичні рекомендації «Графічне моделювання фізичних явищ і процесів», сформовано навчально-методичне забезпечення у вигляді навчально-методичного комплексу «Фізика», яке розмішене на сайті Хіміко-технологічного коледжу імені Івана Кожедуба Шосткинського інституту Сумського державного університету в системі електронного навчання (<http://colledge.centri.today>).

На пошуковому етапі дослідження також відбувалася підготовка викладачів до впровадження в освітній процес розробленої методичної системи

(ознайомлення з особливостями організації навчання та методичними матеріалами і дидактичними засобами). Для її реалізації були використані такі способи організації дослідження: співбесіда, консультація, презентація власних методичних розробок і напрацювань та обговорення проблемних питань формування предметної компетентності студентів з використанням систем КГ на засіданнях циклових комісій природничо-математичних дисциплін закладів освіти, що увійшли до експериментальної бази дослідження.

На формувальному етапі педагогічного експерименту (2017–2018 рр.) виконана робота з перевірки ефективності розробленої методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ. Для реалізації завдань формувального етапу експерименту добиралася база дослідження, проводилися заняття з фізики на другому курсі в експериментальних (ЕГ) і контрольних (КГ) групах. В експериментальних групах, які працювали за програмою курсу фізики з використанням систем КГ, цілеспрямовано вносилися зміни в освітній процес, у контрольних групах – навчання відбувалося за традиційною методикою. Оцінку сформованості предметної компетентності з фізики студентів було проведено згідно з розробленими критеріями та їх показниками (п. 2.1). Наприкінці експерименту зіставлялися результати навчання в обраних групах студентів, на підставі чого було зроблено висновки про ефективність використання систем КГ у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

Отже, організація та проведення експериментальної перевірки методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ передбачала планування та організацію констатувального, пошукового і формувального етапів педагогічного експерименту. Констатувальний етап експерименту супроводжувався всебічним дослідженням літературних джерел і нормативних документів, програмно-апаратного та навчально-методичного забезпечення процесу формування предметної компетентності з фізики в коледжах з

використанням систем КГ. Пошуковий етап експерименту передбачав вибір методів, інструментарію та стратегії дослідження. Формувальний етап проходив на базі чотирьох ЗВО I–II рівнів акредитації/фахової передвищої освіти техніко-технологічного напрямку та був спрямований на перевірку ефективності розробленої методичної системи формування предметної компетентності з фізики з використанням систем КГ.

3.2. Обробка та аналіз результатів педагогічного експерименту

З метою перевірки ефективності педагогічних умов формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ було проведено порівняльний аналіз вхідного і вихідного результатів рівня їх навчальних досягнень. Результати перевірки подано у фахових виданнях [76; 86]. Загальна кількість респондентів, що брали участь у формувальному експерименті склала 148 студентів, що сформували контрольну ($n_1=72$) та експериментальну ($n_2=76$) групи – по дві групи другого курсу на паралелі в кожному із зазначених вище базових освітніх закладів, та 6 викладачів. Студенти обраних академічних груп мали схожі навчальні програми та умови навчання.

Надійність експериментальних даних, на думку науковців, забезпечується оптимальною кількістю респондентів в експериментальній і контрольній групах – «не менше як по 70–80 випробуваних, але не більше 100, оскільки подальше збільшення вибірки майже не позначиться на надійності здобутих за її допомогою експериментальних даних» [226, с. 270]. Тому, враховуючи паралельність освітнього процесу, вважаємо сформовану нами вибірку цілком обґрунтованою.

У контрольній групі (КГ) освітній процес з фізики зі студентами техніко-технологічних спеціальностей проводився за традиційною моделлю підготовки. В експериментальній групі (ЕГ) освітній процес проходив відповідно до запропонованої автором моделі підготовки.

Для перевірки однорідності обраних груп студентів було проведено вхідне тестування (додаток 3.3) з наступною статистичною обробкою його результатів. Загальні показники вхідного тестування в контрольній та експериментальній вибірках наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Результати вхідного тестування студентів КГ та ЕГ

Рівень	кількість балів	КГ	ЕГ
		кількість студентів	
		72	76
Низький	2	12	11
Середній	3	37	42
Достатній	4	15	14
Високий	5	8	9
Середній бал		3,26	3,28

Сформулюємо гіпотези:

- нульова H_0 : відмінність у рівнях успішності студентів контрольної та експериментальної груп не є статистично значущою, тобто групи однорідні;
- альтернативна H_1 : відмінність у рівнях успішності студентів контрольної та експериментальної груп є статистично значущою.

Перевірка статистичної гіпотези однорідності двох незалежних вибірок різної кількості була реалізована на основі непараметричного критерію Манна-Уїтні (вибірки невеликі, тому важко говорити про будь-яку нормальність даних).

Критерій Манна-Уїтні. Обробку одержаних даних проведено в середовищі SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Для цього в таблицю середовища SPSS було внесено результати тестів КГ та ЕГ і здійснено аналіз за непараметричним критерієм Манна-Уїтні. Застосування критеріїв для прийняття (відхилення) статистичних гіпотез завжди відбувається на певному рівні значущості. Обираючи довірчу ймовірність $\alpha=0,05$, порівнюємо її з асимптотичною значущістю ($0,953$), отриманою за допомогою середовища SPSS, тобто $0,953 > 0,05$, звідки приймаємо гіпотезу про однорідність експериментальної та контрольної груп (рис. 3.1).

Mann-Whitney Test

Ranks				
Рівень_знань	Групи	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Рівень_знань	Контрольна група	72	74,31	5350,00
	Експериментальна група	76	74,68	5676,00
	Total	148		

Test Statistics ^a	
	Рівень_знань
Mann-Whitney U	2722,000
Wilcoxon W	5350,000
Z	-,059
Asymp. Sig. (2-tailed)	,953

a. Grouping Variable: Групи

Рис. 3.1. Аналіз однорідності КГ та ЕГ студентів за критерієм Манна-Уїтні в програмі SPSS

Вихідний контроль та оцінювання сформованості предметної компетентності з фізики, зокрема її компонентів (когнітивного, діяльнісного, особистісного), відбувалися згідно критеріїв, визначених у підрозділі 2.1. Показниками сформованості когнітивного компонента предметної компетентності з фізики є глибина і міцність володіння студентами системою фізичних знань, розуміння сутності та пояснення причинно-наслідкових зв'язків природних явищ і процесів, знання програмно-апаратних засобів ІКТ, зокрема КГ і цифрових лабораторних комплексів, методів та способів їх використання в навчанні фізики. Отже, його рівень визначається під час різних форм організації освітнього процесу: лекцій, практичних і лабораторних робіт, індивідуальних консультацій. Дієвим інструментарієм діагностики зазначеного компонента стали усне та письмове опитування; експрес-контроль; тестовий контроль; демонстрація студентами теоретичних знань під час опрацювання нового матеріалу, розв'язування задач, виконання лабораторної та самостійної роботи, зокрема з використанням систем КГ.

Для порівняння рівнів сформованості когнітивного компонента предметної компетентності в КГ та ЕГ застосовано результати відповідей студентів на контрольні запитання (додаток Е.7) до теми «Реальні гази. Ізотерми Ван-дер-Ваальса», що складені за теоретичним матеріалом підручника з фізики для студентів вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації [2]. Студенти ЕГ

вивчали поведінку реальних газів із залученням комп'ютерних графічних засобів СКМ Mathcad. У КГ навчання відбувалося за традиційною методикою.

Основою діагностики стану сформованості діяльнісного компонента студентів обрано показники рівнів за діяльнісним критерієм (див. табл. 2.2), що передбачають наявність досвіду навчально-дослідницької діяльності з використанням сучасних ІКТ і систем КГ. Для визначення його рівня використано низку фізичних задач теоретичного, практичного та прикладного характеру, комп'ютерно-орієнтовані практичні, лабораторні та самостійні роботи. Зокрема, сформованість діяльнісного компонента предметної компетентності з фізики студентів ЕГ і КГ аналізувалася після виконання ними робіт лабораторного практикуму (за відповідним тематичним блоком).

Оцінка сформованості особистісного компонента, становлення якого відбувається у взаємозв'язку з діяльнісним та когнітивним компонентами предметної компетентності студентів з фізики, насамперед, передбачає використання засобів діагностики вищезазначених складових компетентності. Оскільки особистісні якості та цінності набуваються людиною протягом усього життя під впливом різних соціальних факторів, а діагностика особистісних змін (цінностей і ставлень, світоглядних уявлень, абстрактно-логічного та критичного мислення, інформаційної культури, емоційно-вольових якостей, навичок рефлексії, самоосвіти і самореалізації тощо) є складною задачею та вимагає окремого дослідження з застосуванням відповідних психолого-педагогічних методик, нами під час педагогічного експеримента були задіяні такі методи визначення сформованості особистісного компонента:

- застосування методики «Визначення мотивації навчання студентів» (В.Г. Каташев) для виявлення рівня мотивації студентів до навчання;
- застосування навчальних завдань, зокрема з необхідністю вибору раціональних шляхів їх розв'язання з позицій фізичної науки;
- педагогічне спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю студентів під час лекцій, виконання практичних та лабораторних робіт, самостійної роботи, домашніх завдань;

– опитування з метою з'ясування ставлення студентів до методів та засобів, що використовувалися для досягнення цілей дослідження.

Аналіз результатів спостереження та оцінки виконання навчальних завдань дозволили пов'язати сформованість вимірюваного об'єкта, яким у нашому випадку постають мотиваційні, емоційні, пізнавальні та вольові особливості, ціннісні орієнтири людини, з її рівнем навчальних досягнень. З'ясовано, що ті студенти, які володіють вищим рівнем навчальних досягнень, мають вищі показники уваги, мотивації, активності, критичного мислення тощо. Отже, рівень сформованості особистісного компонента предметної компетентності можна аналізувати за підсумковими оцінками з курсу фізики. Результати опитування студентів щодо особистісного ставлення до задіяних в експерименті методів і засобів навчання будуть подані нижче.

Для вимірювання рівня мотивації студентів (низького, середнього, нормального (достатнього) та високого) в ЕГ та КГ було застосовано методику В.Г. Каташева [117], яка пропонує комплекс питань, що виявляють вольову й емоційну сферу особистості. Результати експериментальної перевірки рівня сформованості когнітивного, діяльнісного та особистісного компонентів предметної компетентності з фізики в КГ та ЕГ подано у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Результати експерименту з формування складових предметної компетентності студентів КГ та ЕГ з фізики за допомогою систем КГ

Рівень	когнітивний (%)			діяльнісний (%)			особистісний (%)		
	КГ	ЕГ	динаміка	КГ	ЕГ	динаміка	КГ	ЕГ	динаміка
Низький	12,5	5,3	-7,2	13,9	3,9	-10	13,9	5,3	-8,6
Середній	45,8	17,1	-28,7	41,7	19,7	-22	44,4	15,8	-28,6
Достатній	30,6	46	15,4	31,9	43,4	11,5	26,4	44,7	18,3
Високий	11,1	31,6	20,5	12,5	33	20,5	15,3	34,2	18,9

Порівняльний розподіл студентів обох груп за рівнями навчальних досягнень з курсу фізики відповідно до визначених компонентів і показників

представлено на рисунку 3.2. Як бачимо, діаграма ілюструє позитивну динаміку у формуванні складових предметної компетентності з фізики студентів ЕГ в порівнянні з відповідними результатами студентів КГ.

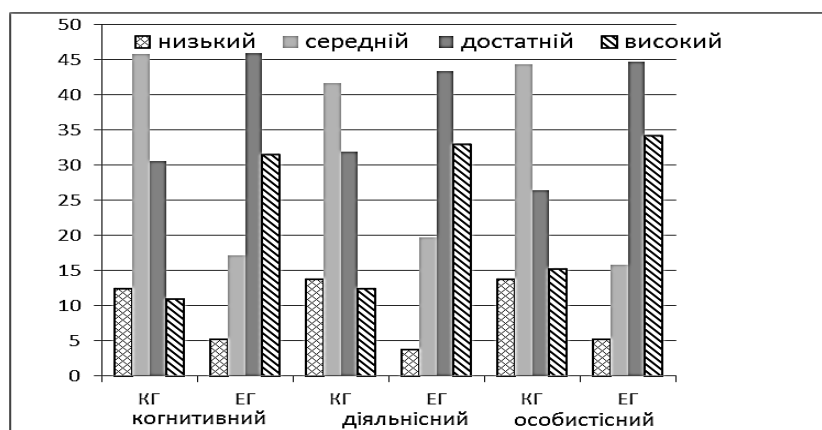


Рис. 3.2. Порівняльний розподіл студентів (у відсотках) КГ та ЕГ за рівнями сформованості компонентів предметної компетентності з фізики

Проведемо статистичну обробку результатів формування діяльнісного компонента предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного, які подано в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Експериментальні результати сформованості діяльнісного компонента предметної компетентності студентів з фізики під час виконання лабораторного практикуму

	Діяльнісний компонент предметної компетентності				Всього
	Низький	Середній	Достатній	Високий	
КГ	10	30	23	9	72
ЕГ	3	15	33	25	76
Всього	13	45	56	34	148

Для перевірки одержаних результатів формуємо нульову гіпотезу: H_0 : в ЕГ ймовірність формування діяльнісного компонента предметної компетентності студентів з фізики під час лабораторного практикуму не вище, ніж у КГ.

Через те, що об'єм вибірки невеликий, приймаємо $\alpha=0,05$, $df=1$. Застосовуємо χ^2 -критерій Пірсона з поправкою Йетса (табл. 3.5).

**Обробка експериментальних результатів за χ^2 -критерієм
з поправкою на неперервність**

Емпірична частота	Теоретична частота	χ^2
62	66	0,186
10	6	2,042
73	69	0,178
3	7	1,750
Всього	148	4,155

Емпіричне значення $\chi_{емпір}^2=4,155$. Визначаємо за таблицею критичних значень α -рівень значущості статистики. Він знаходиться між $0,05$ та $0,01$, тому $\alpha < 0,05$, що стає підставою відхилення гіпотези H_0 . Звідси робимо висновок, що ефективність формування предметної компетентності з фізики під час виконання лабораторного практикуму за умови використання систем КГ вище, ніж під час застосування традиційної методики. За іншими компонентами (когнітивним $\chi_{емпір}^2=4,235$, особистісним $\chi_{емпір}^2=4,187$) α -рівень значущості статистики теж лежить в межах від $0,01$ до $0,05$, що дає підстави для визнання ефективності авторської методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

З метою визначення підсумкового рівня сформованості предметної компетентності студентів з фізики (оцінка за курс відповідно до критеріїв, запропонованих у п. 2.1) наприкінці формувального експерименту в КГ та ЕГ було зібрано дані, що представлено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Рівні кінцевих навчальних досягнень студентів з формування предметної компетентності з фізики в КГ та ЕГ за допомогою систем КГ

Рівень	Кількість балів	КГ		ЕГ	
		Кількість студентів	%	Кількість студентів	%
		72	100	76	100
Низький	2	10	13,89	4	5,26
Середній	3	32	44,44	14	18,42
Достатній	4	21	29,17	34	44,74
Високий	5	9	12,5	24	31,58
Середній бал		3,40		4,03	

Порівняльний розподіл студентів на етапі формувального експерименту в КГ та ЕГ за рівнями підсумкових навчальних досягнень з курсу фізики представлено на рисунку 3.3. Опрацювання результатів сформованості предметної компетентності з фізики та оцінка ефективності розробленої методичної системи здійснено методами математичної статистики [45; 206].

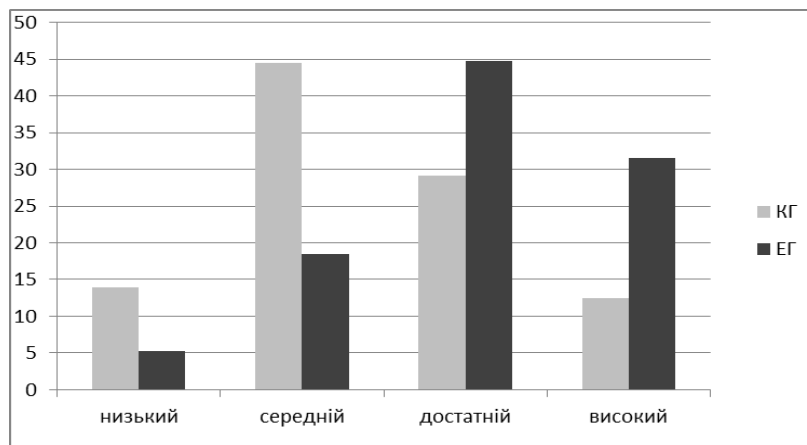


Рис. 3.3. Порівняльний розподіл студентів (у відсотках) КГ та ЕГ за рівнями підсумкових навчальних досягнень з курсу фізики

З метою перевірки достовірності одержаних результатів з формування предметної компетентності студентів обох груп з фізики за допомогою систем КГ було залучено χ^2 -критерій Пірсона.

χ^2 -критерій Пірсона. У нашому експерименті досліджені вибірки випадкові і незалежні. Шкала вимірювання критерію відповідно до освітніх результатів студентів включає $C=4$ категорії: 2 (низький рівень, оцінка «2»), 3 (середній рівень, оцінка «3»), 4 (достатній рівень, оцінка «4»), 5 (високий рівень, оцінка «5»). Накладено одну незалежну умову, тому кількість степенів свободи $df = 3$.

Нульова гіпотеза H_0 : ймовірність того, що студенти контрольної ($n_1=72$) та експериментальної вибірки ($n_2=76$) потраплять у кожну з k ($k=2, 3, 4, 5$) категорій однакова, тобто $H_0: p_{1k}=p_{2k}$ ($k=2, 3, 4, 5$), де p_{1k} – ймовірність оцінювання сформованості предметної компетентності з фізики учасників КГ на k балів ($k=2, 3, 4, 5$) та p_{2k} – ймовірність оцінювання рівня сформованості предметної компетентності з фізики учасників ЕГ на k балів ($k=2, 3, 4, 5$).

Альтернативна гіпотеза $H_1: p_{1k} \neq p_{2k}$ хоча б для однієї з C категорій.

Значення χ^2 обчислено за формулою [45, с. 272]:

$$\chi^2 = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=k} (n_1 N_{2i} - n_2 N_{1i})^2 / (N_{1i} + N_{2i}) \quad (3.1),$$

де k – рівень досягнень учасників (категорія); N_{1i} , N_{2i} – кількість студентів відповідно КГ та ЕГ, які мають k -рівень знань.

З таблиці значень для рівня достовірності $\alpha=0,05$ і $df=3$ знаходимо критичне значення критерію $\chi^2_{крит}=7,815$. Порівняння табличного значення критерію з обчисленим показало, що $\chi^2 > \chi^2_{крит}$ ($19,412 > 7,815$). Аналогічний результат ($\chi^2=19,412$; асимптотична значущість $\alpha \leq 0,05$) отримано під час використання програми SPSS (рис. 3.4).

Count	Рівень_знань	Групи		Total
		Контрольна група	Експериментальна група	
2,000	10	4	14	
3,000	32	14	46	
4,000	21	34	55	
5,000	9	24	33	
Total	72	76	148	
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	
Pearson Chi-Square	19,412 ^a	3	,000	
Likelihood Ratio	19,961	3	,000	
Linear-by-Linear Association	17,091	1	,000	
N of Valid Cases	148			

Рис. 3.4. Аналіз відмінності в рівнях сформованості предметної компетентності з фізики студентів КГ та ЕГ за критерієм Пірсона в програмі SPSS

Отриманий результат став підставою для відхилення нульової гіпотези й прийняття альтернативної гіпотези: існують суттєві відмінності в рівнях сформованості предметної компетентності з фізики студентів, які навчалися за традиційною системою та інноваційною. Інакше кажучи, методична система формування предметної компетентності студентів з фізики за допомогою систем КГ є більш ефективною, ніж традиційна. З метою перевірки попередніх висновків застосовано λ -критерій Колмогорова-Смирнова та t -критерій Ст'юдента.

λ -критерій Колмогорова-Смирнова. Для зіставлення двох емпіричних розподілів вводимо позначення: $\Psi(t)$ – функція розподілу ймовірностей рівня сформованості предметної компетентності студентів з фізики в КГ; $G(t)$ – функція розподілу ймовірностей рівня сформованості предметної компетентності студентів з фізики в ЕГ

Нульова гіпотеза $H_0: \Psi(t)=G(t)$. Альтернативна гіпотеза $H_1: \Psi(t)\neq G(t)$.

У випадку виконання нульової гіпотези відхилення $D = \sup_t |G(t) - \Psi(t)|$ менше критичного для даного рівня значущості та кількості вибірки. Якщо $\Psi(t)\neq G(t)$, то відхилення – більше.

У таблиці 3.7 наведено результати обробки експериментальних даних. За таблицею $D=0,346$. Граничні значення для рівня значущості $\alpha=0,05$: $\varepsilon_{0,05;72}=0,1623$, $\varepsilon_{0,05;76}=0,1518$. Очевидно, що $D>\varepsilon_{\alpha,n}$ ($0,346>0,1623$ та $0,346>0,1518$).

Таблиця 3.7

Обробка експериментальних результатів за λ -критерієм Колмогорова-Смирнова

Рівень	Бали	Абсолютна частота		Накопичена частота		Відносна накопичена частота $\Psi(t); G(t)$		D
		КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	
Низький	2	10	4	10	4	0,139	0,053	0,086
Середній	3	32	14	42	18	0,583	0,237	0,346
Достатній	4	21	34	63	52	0,875	0,684	0,190
Високий	5	9	24	72	76	1,000	1,000	0,000

Отже, згідно з λ -критерієм Колмогорова-Смирнова нульова гіпотеза $H_0: \Psi(t)=D(t)$ відкидається та приймається альтернативна гіпотеза $H_1: \Psi(t)\neq D(t)$. Аналіз експериментальних результатів за критерієм Колмогорова-Смирнова в програмі SPSS (рис. 3.5) дає відхилення $D=0,346$ та асимптотичну значущість меншу за $0,05$, що повністю відповідає вищевказаним обчисленням. Графічну інтерпретацію розподілів $\Psi(t)$ та $G(t)$ представлено на рисунку 3.6

Two-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Frequencies			Test Statistics ^a		
Рівень_знань	Групи	N	Most Extreme Differences	Рівень_знань	
Рівень_знань	Контрольна група	72	Absolute		,346
	Експериментальна група	76	Positive		,000
			Negative		-,346
	Total	148	Kolmogorov-Smirnov Z		2,107
			Asymp. Sig. (2-tailed)		,000

Рис. 3.5. Порівняння контрольної та експериментальної вибірок за критерієм Колмогорова-Смирнова в програмі SPSS

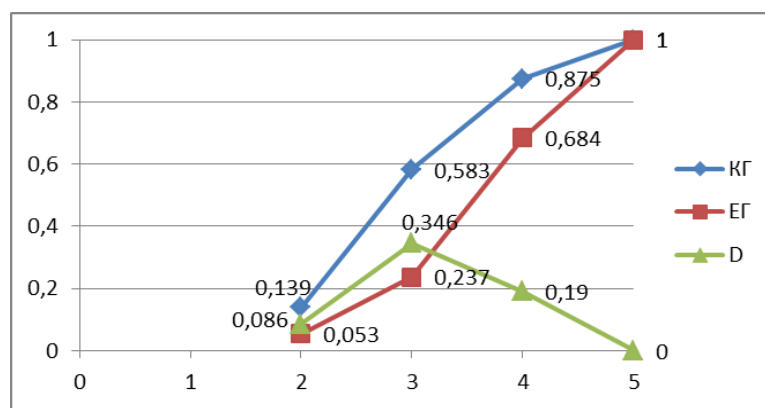


Рис. 3.6. Графіки функцій розподілів $\Psi(t)$, $G(t)$ та відхилення D

t -критерій Ст'юдента. Обчислення емпіричного значення t -критерію Ст'юдента для двох незалежних розподілів проведемо за формулою:

$$t_{емпир} = \frac{|M_2 - M_1|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (3.2)$$

M_1 , M_2 – середнє арифметичне кожного ряду значень; σ_1 , σ_2 – дисперсія для двох розподілів; n_1 , n_2 – кількість значень у розподілах.

Нульова гіпотеза H_0 : відмінності у рівнях сформованості предметної компетентності з фізики в КГ та ЕГ не є статистично значущими. Альтернативна гіпотеза H_1 : відмінності у рівнях сформованості предметної компетентності з фізики в КГ та ЕГ є статистично значущими.

У програмі SPSS визначаємо середні арифметичні й дисперсії для контрольної та експериментальної вибірок: $M_{КГ}=3,403$; $M_{ЕГ}=4,026$; $\sigma_{КГ}=0,779$; $\sigma_{ЕГ}=0,719$. Емпіричне значення $t_{емпир}=5,048$. З таблиці значень для рівня достовірності $\alpha=0,05$ і $df=146$ знаходимо критичне значення критерію $t_{крит}=1,977$. Оскільки $t_{емпир}>t_{крит}$ ($5,048>1,977$), робимо висновок про наявність статистично значущих відмінностей у КГ та ЕГ за рівнем сформованості предметної компетентності з фізики, що пояснюється впливом на ефективність освітнього процесу введеного фактора – систем КГ.

Отримані результати свідчать про те, що з достатньо великою точністю можна говорити про існування значущого відхилення розподілу студентів за рівнем сформованості предметної компетентності з фізики в ЕГ від аналогічного

розподілу в КГ. Оскільки навчання студентів ЕГ відбувалося на основі розроблених нами педагогічних умов, то робимо висновок, що саме вони є причиною підвищення рівня сформованої предметної компетентності з фізики у студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. Тому висунути нами гіпотезу про позитивний характер впливу систем КГ на формування предметної компетентності з фізики можна вважати підтвердженою.

З метою аналізу ефективності методичного забезпечення формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку за допомогою систем КГ було проведено анкетування викладачів коледжів і технікумів Сумської області й міста Києва, а також методистів інституту післядипломної освіти міста Суми. Анкетуванням було охоплено 18 експертів, серед яких 8 викладачів-методистів (стаж роботи 30-40 років), 2 старших викладачі, 6 – вищої категорії, 2 – першої. Педагогічна діяльність експертів опосередковано пов'язана з проблемою дослідження.

Експертам запропонували заповнити анкету (додаток 3.2) та оцінити за п'ятибальною шкалою ефективність використання розробленого автором методичного забезпечення курсу фізики для розвитку компонентів предметної компетентності з фізики. Одержані результати були опрацьовані за допомогою програми SPSS (рис. 3.7).

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance
Когнітивний	18	2,000	5,000	3,38889	,849837	,722
Діяльнісний	18	2,000	5,000	4,05556	,802366	,644
Особистісний	18	2,000	5,000	4,05556	,872604	,761
Valid N (listwise)	18					

Рис. 3.7. Результати експертної оцінки в програмі SPSS

Програма SPSS дозволяє отримати середнє арифметичне, середнє квадратичне, дисперсію для всієї сукупності компонентів, визначити коефіцієнт конкордації W (рис. 3.8) для з'ясування ступеня погодженості думок експертів та χ^2 -Пірсона. Коефіцієнти варіації за кожним компонентом, які подано в таблиці 3.8, були обчислені в програмі Excel.

Kendall's W Test

Ranks		Test Statistics	
	Mean Rank	N	18
Когнітивний	1,33	Kendall's W ^a	,615
Діяльнісний	2,33	Chi-Square	22,154
Особистісний	2,33	df	2
		Asymp. Sig.	,000

a. Kendall's Coefficient of Concordance

Рис. 3.8. Коефіцієнт конкордації Кендалла в програмі SPSS

Таблиця 3.8

Коефіцієнт варіації

Компонент	Коефіцієнт варіації V_j
Когнітивний	0,2508
Діяльнісний	0,1978
Особистісний	0,2152

Як бачимо, за середнім арифметичним значенням для кожного компоненту можна стверджувати, що експерти загалом дали високу оцінку ефективності методичного забезпечення і вказали на доцільність використання комп'ютерних графічних технологій у навчанні фізики. Відповідно до отриманих даних коефіцієнт конкордації дорівнює $W=0,615$, що свідчить про наявність узгодженості думок експертів.

З метою визначення значущості розрахованого коефіцієнта звертаємо увагу на фактичне значення χ^2 . Для числа ступенів вільності $n=2$ та $\alpha=0,05$ маємо $\chi_{емпір}^2=22,154$, що істотно більше критичного ($\chi_{крит}^2=5,992$). Це говорить про високу значущість одержаного результату.

Для вивчення думки студентів з метою з'ясування їх особистісного ставлення до методів та засобів, що використовувалися для досягнення цілей дослідження, представникам ЕГ у вигляді анонімного опитування пропонувалося оцінити за десятибальною шкалою сформований курсом фізики когнітивний та мотиваційний показник. Результати опитування студентів представлені на рис. 3.9.

Аналіз даних, зображених на діаграмах дає підстави стверджувати, що студенти не залишилися байдужими до нового підходу в навчанні й вбачають практичну корисність в отриманих під час вивчення фізики за допомогою систем КГ знаннях, умінь та навичка. Таким чином, аналіз результатів педагогічного

експерименту довів педагогічну ефективність методичної системи формування предметної компетентності студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

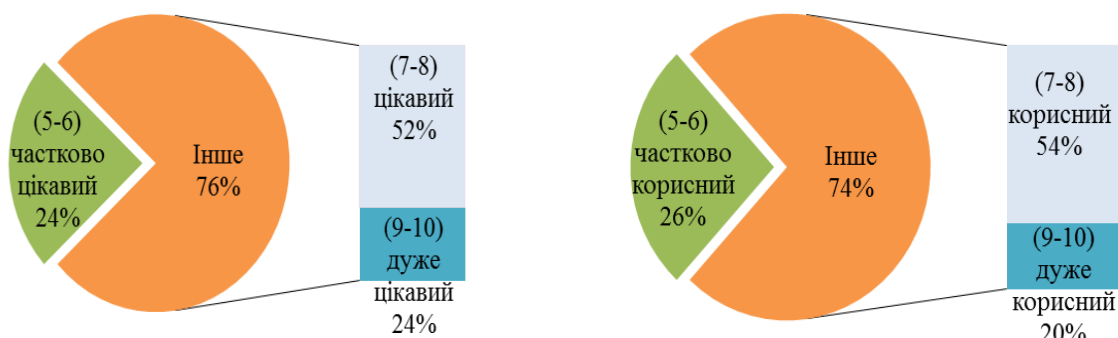


Рис. 3.9. Оцінка представниками ЕГ ступеня власної зацікавленості та практичної значущості курсу фізики з використанням систем КГ

У такому разі можна стверджувати, що відповідно до цілей методичної системи формування предметної компетентності з фізики, визначених у п. 2.2, використання засобів КГ сприяє: формуванню предметної компетентності з фізики на рівні, що відповідає сучасним вимогам нормативних документів до якості підготовки з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку; набуттю студентами інтегрованих фундаментальних знань на основі міжпредметних зв'язків на рівні методів пізнання та за видами майбутньої професійної діяльності; творчому саморозвитку студентів в освітній і дослідницькій діяльності через реалізацію комп'ютерного моделювання, використання графічних інтерфейсів програмних засобів, зокрема систем КГ, графічного методу опрацювання, інтерпретації, аналізу, відтворення та пояснення фізичних явищ і процесів, зокрема із залученням засобів ІКТ.

Застосовані для аналізу навчальних досягнень студентів ЕГ і КГ χ^2 -критерій Пірсона, λ -критерій Колмогорова-Смирнова, t -критерій Ст'юдента підтвердили ефективність створеної методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ.

Висновки до розділу 3

У розділі схарактеризовано організацію та проведення педагогічного експерименту, подано аналіз та здійснено обробку його результатів.

Педагогічний експеримент проводився протягом 2014–2018 рр. з метою перевірки ефективності розробленої методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ і включав в себе констатувальний, пошуковий та формувальний етапи, кожен з яких мав певну мету і завдання.

На констатувальному етапі педагогічного експерименту було проведено системний аналіз літературних джерел, освітніх нормативних документів, програмно-апаратного та навчально-методичного забезпечення освітнього процесу з фізики у коледжах техніко-технологічного напрямку, здійснено педагогічне спостереження, анкетування, тестування, опитування студентів і викладачів, вивчення та аналіз педагогічного досвіду в контексті досліджуваної проблеми.

Результатами пошукового етапу дослідження стали: розробка засадничих положень формування предметної компетентності студентів з фізики з використанням систем КГ; визначення системи критеріїв і показників рівнів сформованості предметної компетентності студентів з фізики; обґрунтування та розроблення організаційно-педагогічних умов формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку; проектування методичної системи, зокрема змістового й процесуального компонентів та дидактичних засобів її ефективного реалізації в освітній практиці.

Формувальний етап педагогічного експерименту проходив на базі чотирьох ЗВО I–II рівнів акредитації техніко-технологічного напрямку та передбачав моніторинг та аналіз навчальних досягнень в ЕГ і КГ із залученням методів математичної статистики (χ^2 -критерію Пірсона, λ -критерію Колмогорова-Смирнова та t -критерію Ст'юдента). За результатами експериментального навчання емпіричні значення зазначених критеріїв на рівні значущості $\alpha=0,05$ значно перевищують їх критичні значення, зокрема:

$$- \chi_{емпир}^2(19,412) > \chi_{крит}^2(7,815);$$

- відхилення $D=0,346$, граничні значення для рівня значущості $\alpha=0,05$:
 $\varepsilon_{0,05;72}=0,1623$, $\varepsilon_{0,05;76}=0,1518$, $D > \varepsilon_{\alpha;n}$ ($0,346 > 0,1623$ та $0,346 > 0,1518$);

- для ступенів вільності $df=146$ $t_{емпир}(5,048) > t_{крит}(1,977)$.

Експертна оцінка розробленого методичного забезпечення формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку засвідчила досить вагомий вплив запроваджуваних у навчання систем КГ на формування складових предметної компетентності: когнітивного, діяльнісного, особистісного (коефіцієнт конкордації $W=0,615$; для $n=2$ та $\alpha=0,05$ маємо $(\chi_{емпир}^2=22,154) > (\chi_{крит}^2=5,992)$). Отже, результати педагогічного експерименту підтверджують ефективність розробленої методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів техніко-технологічних спеціальностей з уведенням в освітній процес систем КГ.

Основні положення третього розділу дисертації подано в публікаціях [76; 86].

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення та запропоновано розв'язання наукової проблеми формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ, що виявляється в обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці методичної системи цього процесу. Узагальнення результатів проведеного дослідження засвідчили досягнення поставленої мети, вирішення завдань і дали підстави для формулювання таких висновків:

1. На основі аналізу літературних джерел, освітніх нормативних документів, програмно-апаратного та навчально-методичного забезпечення освітнього процесу з фізики у коледжах техніко-технологічного напрямку, анкетування майбутніх фахівців у контексті досліджуваної проблеми встановлено, що фізична освіта має ґрунтуватися на організації активної навчально-пізнавальної діяльності студентів з використанням сучасних засобів КГ. Виявлено недостатню розробленість теоретико-методичних основ формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ, відсутність базових програмно-апаратних засобів КГ, що забезпечують освітній процес з фізики та набуття майбутніми фахівцями досвіду роботи з системами КГ. Уточнено зміст поняття «предметна компетентність з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку» як інтегральної характеристики особистості, що виявляється в єдності її теоретичної та практичної здатності до свідомого вирішення навчальних і професійних завдань на основі знань й умінь з фізики, досвіду використання інформаційних технологій, зокрема засобів КГ, та професійно важливих якостей і є складовою її професійної компетентності. До складу предметної компетентності студентів з фізики віднесено когнітивний, діяльнісний та особистісний компоненти. Виявлено необхідність оволодіння студентами загальнонауковими методами пізнання, зокрема графічним методом і засобами КГ, у формуванні їхньої предметної компетентності.

2. Здійснено аналіз дидактичного потенціалу графічного методу у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку. З'ясовано, що графічний метод може бути використаний в освітньому процесі з фізики як засіб: візуалізації та моделювання фізичних явищ і процесів; розкриття сутності та усвідомлення характеру функціональних залежностей між фізичними величинами досліджуваних об'єктів; екстраполяції та апроксимації одержаних результатів, спрощення математичних обчислень і розрахунків; активізації пізнавальної діяльності студентів, розвитку їх абстрактно-логічного та критичного мислення, графоаналітичних умінь і навичок; індивідуалізації та оптимізації навчання; узагальнення і систематизації знань. Набула подальшого розвитку класифікація засобів КГ з урахуванням їхніх функцій. З'ясовано, що у навчанні фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку методи КГ найчастіше реалізуються за допомогою систем комп'ютерної математики: Mathcad, GeoGebra; ППЗ GRAN, лабораторних графічних інтерфейсів, аплетів, інфографіки, Mind map. У зв'язку з цим проаналізовано методичні особливості використання останніх у навчанні фізики.

3. Уперше теоретично обґрунтовано та розроблено: організаційно-педагогічні умови формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку на основі системного застосування засобів КГ: 1) забезпечення освітнього процесу з фізики сучасними потужними програмно-апаратними засобами створення і використання КГ; 2) забезпечення фахової спрямованості начального матеріалу з акцентом на застосування систем КГ у майбутній професійній діяльності; 3) застосування графічного методу та систем КГ для організації навчально-пізнавальної діяльності студентів; 4) поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих форм організації дослідницької та експериментаторської діяльності студентів. Визначено засадничі положення формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ. На їх основі вперше теоретично обґрунтовано та розроблено методичну систему, яка включає цільовий, змістовий, процесуальний й оцінювальний компоненти, базується на

особистісно орієнтованому, діяльнісному, компетентнісному, системному, інтегративному і синергетичному підходах, реалізується завдяки організаційно-педагогічним умовам та забезпечує результат – сформованість предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку.

4. Розроблено та впроваджено в освітній процес коледжів техніко-технологічного напрямку навчально-методичне забезпечення курсу фізики з використання систем КГ (навчально-методичний комплект, до складу якого увійшли: робоча програма курсу, комп'ютерні графічні анімаційні моделі фізичних явищ і процесів; комп'ютерно-орієнтовані практичні, лабораторні та самостійні роботи, у тому числі з використанням цифрового лабораторного комплексу Register Data Logger; комп'ютерні графічні засоби візуалізації розв'язування фізичних задач, предметні завдання професійно орієнтованого змісту, матеріали для діагностики рівня предметної компетентності студентів з фізики), яке оформлено у вигляді навчального посібника «Графічне моделювання фізичних явищ і процесів» та успішно апробовано в закладах вищої освіти I–II рівнів акредитації.

5. Експериментально перевірено ефективність методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ. Узагальнення результатів формувального етапу педагогічного експерименту, підтверджене за допомогою методів математичної статистики, зокрема розрахунку χ^2 -критерію Пірсона, λ -критерію Колмогорова-Смирнова, t -критерію Ст'юдента та програми SPSS засвідчило значні відмінності у кількісних та якісних показниках рівнів сформованості предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем КГ. Емпіричні значення відповідних параметрів за всіма критеріями перевищили їх критичні значення, зокрема на рівні значущості $\alpha=0,05$: $\chi^2_{емпир}(19,412) > \chi^2_{крит}(7,815)$ для критерія Пірсона; граничні значення відхилення $D=0,346$ менше граничних значень $\varepsilon_{0,05; 72}=0,1623$ та $\varepsilon_{0,05; 76}=0,1518$ для критерія Колмогорова-Смирнова; для ступенів вільності $df=146$ $t_{емпир}(5,048) > t_{крит}(1,977)$ для t -критерія Ст'юдента. Отже,

результати проведеної роботи вказують на успішне розв'язання проблеми формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки.

Виконане дослідження не вичерпує проблему методики формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку в цілому. Перспективним напрямом подальших досліджень може бути виокремлення інформаційно-технологічного компонента предметної компетентності з фізики студентів коледжів технічного напрямку та дослідження його впливу на формування готовності до професійної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Азарова Р.Н., Золотарева Н.М. Разработка паспорта компетенции : Методические рекомендации для организаторов проектных работ и профессорско-преподавательских коллективов вузов. Москва : Исследов. центр проблем качества подготовки специалистов, Координац. совет учебно-метод. объединений и научно-метод. советов высшей школы, 2010. 52 с.
2. Андріяшик М.В. Фізика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. I-II рівнів акредитації. Київ : НУХТ, 2013. 579 с.
3. Андрущенко В. Стратегія для освіти. *Вища освіта України*. 2006. № 3. С. 5-9.
4. Аниськин В.Н., Ярыгин А.Н. Информационно-технологическая компетентность личности как цель и ценность современного высшего профессионального образования. *Вектор науки ТГУ*. 2013. №1 (23). С. 298-231.
5. Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. Москва : Высш. шк., 1983. 447 с.
6. Атаманчук П.С. Основні пріоритети та орієнтири якісного навчання фізики. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2012. Вип. 18. С.5-8.
7. Бадаєв Ю.І. Специфіка викладання комп'ютерної графіки в школі. *Інформатика та комп'ютерно-орієнтовані технології навчання* : зб. наук. праць всеукр. наук.-практ. конф., 16-18 травня 2001 р. (Хмельницький). Київ: Педагогічна думка, 2001. С. 72-73.
8. Баллистика ракетного и ствольного оружия / под ред. А.А. Королева, В.А. Комочкова. Волгоград : изд-во ВГТУ, 2010. 472с.
9. Бардус І.О. Теоретичні та методичні засади контекстної фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук: 13.00.04. Харків, 2018. 40 с.
10. Барвинский А.А. Курс лекций по психологии и педагогике : учеб. пособие. Сумы: Сумской гос. ун-т, 2015. 110 с.

11. Бар'яхтар В.Г., Божинова Ф.Я. Фізика, 10 клас. Академічний рівень: Підручник для загальноосвіт. навч. закладів. Харків: Видавництво «Ранок», 2010. 256 с.

12. Баханов К.О. Теорія і практика запровадження компетентнісного підходу до навчання історії в школі : колект. моногр. / К.О. Баханов, С.С. Баханова, О.В. Барнінець, Н.О. Венцева, О.І. Гуренко; ред.: К.О. Баханов. Донецьк : Ландон-XXI, 2012. 519 с

13. Бендес Ю.П. Використання інформаційних технологій у процесі навчання фізики в технічних навчальних закладах : монографія. Полтава: Шевченко Р.В., 2011. 357 с.

14. Бендес Ю.П. Використання інформаційно-телекомунікаційних технологій в навчальному експерименті з фізики. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна.* Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2012. Вип. 18: Інновації в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. С. 103-106.

15. Бендес Ю.П. Теоретико-методичні засади навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій з використанням інноваційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2014. 40 с.

16. Бех І.Д. Виховання особистості : у 2 кн. : кн. 2 : Особистісно орієнтований підхід : науково-практичні засади. Київ: Либідь, 2003. 344 с.

17. Биков В.Ю. Навчальне середовище сучасних педагогічних систем. *Професійна освіта: педагогіка і психологія: Україно-польський журнал* / за ред. І. Зязюна, Н. Ничкало, Т. Левовицького, І. Вільш. Ченстохова: Вид-во Вищої педагогічної школи у Честохові, 2004. Вид. IV. С. 59-80.

18. Бібік Н.М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи* / заг. ред. О.В. Овчарук. Київ : К.І.С., 2004. С. 47-52.

19. Бібік Н.М., Єрмаков І.Г., Овчарук О.В. Компетентнісна освіта – від теорії до практики. Київ: Плеяда, 2005. 120 с.

20. Благодаренко Л.Ю., Шут М.І. Навчальна програма з фізики для студентів педагогічних університетів як чинник формування їх предметної компетентності. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна.* Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2014. Вип. 20: Управління якості підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. С. 185-187.

21. Благодаренко Л.Ю., Шут М.І. Складові навчальних досягнень студентів з дисципліни «Загальна фізика», критерії їх оцінювання та засоби діагностики. *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі.* Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2015. Вип. 16. С. 3-9.

22. Бобик І., Садовий М., Трифонова О. Моделювання як засіб реалізації акмеологічного підходу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки.* Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. Вип. 135. С. 56-60.

23. Богданов І.Т., Сергєєв О.В. Засоби інформаційних технологій, їх практичні можливості, дидактична доцільність використання й упровадження. *Інформаційні технології в освіті* : матеріали наук.-практ. конф. Бердянськ : БДШ, 2001. С. 284-289.

24. Болотов В.А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе. *Педагогика.* 2003. №10. С. 8-14.

25. Борис М.М. Методика использования графиков в курсе физики средней школы (на примере механики): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Киев, 1980. 19 с.

26. Бородієнко О. Критерії, показники, рівні сформованості професійної компетентності керівників структурних підрозділів підприємств сфери зв'язку. *Молодь і ринок.* 2017. №7 (150). С. 109-115.

27. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: теорет. основы. М.: Просвещение, 1981. 288 с.

28. Бургун І.В. Реалізація компетентнісного підходу в освіті : термінологічний аспект. *Фізика та астрономія в школі.* 2010. № 10. С. 33-38.

29. Бургун І.В. Теоретико-методичні засади розвитку навчально-пізнавальних компетенцій учнів основної школи в навчанні фізики : автореф. дис.

на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2015. 40 с.

30. Величко С.П. Використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання у процесі розв'язування навчальних задач з фізики графічним методом. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2012. Вип. 18: Інноваційні в навчанні фізики: національний та міжнародний досвід. С. 8-10.

31. Величко С.П. Підготовка сучасного вчителя до ефективного викладання ШКФ в умовах комп'ютерного навчання. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2004. Вип. 54. С. 190-192.

32. Величко С.П. Розвиток системи навчального фізичного експерименту в сучасній середній школі : автореф. дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02. Київ, 1998. 34 с.

33. Величко С.П., Величко Л.В. Розвиток фізичного експерименту засобами комп'ютерних технологій. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2004. Вип. 10. С. 144-147.

34. Величко С.П., Косар Н.В. Проблеми запровадження сучасних інформаційних технологій у навчально-виховному процесі з фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2007. Вип. 72, ч. 2. С. 24-29.

35. Величко С.П., Сальник І.В. Система лабораторних робіт для посилення графічного методу вивчення механічних властивостей твердих тіл і матеріалів. *Нові технології навчання / ред. кол.: В.П.Андрущенко, О.І.Ляшенко, А.М.Федяєва та ін.* Київ: ІЗМН, 1998. Вип. 22. С. 142-150.

36. Вовк О.В., Черемський Р.А. Інфографіка як ефективний засіб. *Системи обробки інформації*. 2017. № 4(150). С. 199-205.

37. Вступне слово до Проекту ТЬЮНІНГ – гармонізація освітніх структур в Європі. Внесок університетів у Болонський процес : веб-сайт. URL: <https://www.unideusto.org/tuningeu/documents.html> (дата звернення: 21.10.2017).

38. Вынужденные колебания. Резонанс : веб-сайт. URL : https://www.walter-fendt.de/html5/phru/resonance_ru.htm (дата звернення: 15.03.2016).

39. Гальперин П.Я. Лекции по психологии. Москва.: Книжный дом «Университет», «Высшая школа», 2002, 400 с

40. Глазунова О.Г. Методика навчання майбутніх фахівців аграрного профілю засобами комп'ютерної графіки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2003. 20 с.

41. Гнітецька Т.В., Гнітецька Г.О. Дидактичні аспекти комп'ютерної графіки. *Зб. доповідей VII-ї Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених* : Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених. Київ: ФМФ, КПП ім. Ігоря Сікорського 2018. Вип. 7. С. 161-164.

42. Головань М.С. Розвиток пізнавальної активності учнів в процесі навчання алгебри і початку аналізу на основі НІТ: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 1997. 22 с.

43. Головка М.В. Особливості розробки та використання комп'ютерного дидактичного забезпечення навчання фізики. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна. Кам'янець-Подільський* : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2005. Вип.11. С. 192-194.

44. Гончаренко С.У. Методика навчання фізики в середній школі. *Механіка: посіб. для вчителів*. Київ: Рад. школа, 1984. 207 с.

45. Гончаренко С.У. Педагогічні дослідження: Методологічні поради молодим науковцям. Київ-Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2008. 278 с.

46. Гончаренко С.У., Мальований Ю.І. Гуманізація і гуманітаризація освіти. *Шлях освіти*. 2001. № 3. С. 2-6.

47. Горда І.М. Комп'ютерне моделювання процесу механічного руху тіла засобами MS EXCEL. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. т. 47, Вип. 3. С. 99-109. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_47_3_10 (дата звернення: 14.04.18).

48. Горобець С.М. Використання навчальних ресурсів комп'ютерної графіки у процесі формування особистості майбутніх економістів. *Вісник Житомир. держ. ун-ту. імені Івана Франка*. Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2008. № 42. С. 96-100.

49. Горошко Ю.В. Використання комп'ютерних програм з оптики у шкільному курсі фізики. *Фізика та астрономія в школі*. 2006. №5 (56). С. 5-7.

50. Горошко Ю.В. Использование пакета «GRAN» при изучении математики в школе. *Методология и технологи образования в XXI веке : математика, информатика, физика*: материалы Междунар. науч. конф., г. Минск, 17-18 ноября 2005 г. Минск : БГПУ, 2006. С. 255-258.

51. Графічний спосіб одержання знань як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів у основній школі: метод. рекомендації / В.І.Баштовий, Л.П.Величко, С.П.Величко, І.В.Сальник. Київ: УДПУ, 1997. 57 с.

52. Гриб'юк О., Юнчик В. Дослідницький підхід у навчанні з використанням системи динамічної математики GeoGebra. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2016. Вип. 15. С. 284-298. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2016_15_36 (дата звернення: 12.11.2018).

53. Гриценко Р.О., Курносенко О.В., Єфименко С.М. Експериментальні дослідження засобами цифрових лабораторій. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. III Всеукр. наук.-метод. конф., 19 квітня 2018 р. (Шостка). Суми: СумДУ, 2018. С. 197-198.

54. Гуляева Т.О. Формування умінь і навичок самоосвітньої діяльності студентів технічних коледжів у процесі вивчення фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Кіровоград, 2010. 20 с.

55. Гуревич Р.С. Теоретичні та методичні основи організації навчання у професійно-технічних закладах: Монографія / За ред. С.У. Гончаренка. Київ : Вища шк., 1998. 229 с.

56. Гуревич Р.С., Кадемія М.Ю. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях: навч. посіб. для студентів пед. ВНЗ і слухачів інститутів післядипломної пед. освіти. Вінниця: ООО «Планер», 2005. 365 с.

57. Демкова В.О., Хомяковський Ю.Л. Класифікація засобів навчання фізики у вищій школі. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 1(15). С. 187-190.

58. Денисенко С. Сучасні форми візуального представлення інформації і можливості їх використання в інформаційно-освітньому просторі. *Сучасне*

репродукування: інжиніринг, моделювання, мульти- та кросмедійні технології : матер. наук.-практ. семінару, 24 жовтня 2018 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С. 47-50. URL: <http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/25350/1/S.47-50.pdf> (дата звернення: 10.02.2018).

59. Деталі машин: курс лекцій / Н.І.Хомик, А.Д.Довбуш, О.П.Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.

60. Долінська Л.В. Розвиток професійної компетентності фахівців технічного профілю в системі освітнього середовища коледжу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Чернігів, 2018. 20 с.

61. Дорошенко Н. Комп'ютерні графічно-інформаційні технології у системі графічної підготовки робітничих кадрів. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2012. Вип. 4. С. 114-125.

62. Дьяконов В.П. Энциклопедия Mathcad 2001i и Mathcad 11 : научное издание. Москва : Солон-Пресс, 2004. 832 с.

63. Експеримент на екрані комп'ютера: монографія / Ю.О.Жук, С.П.Величко, О.М.Соколюк, І.В.Соколова, П.К.Соколов. Київ.: Педагогічна думка, 2012. 180 с.

64. Електронне урядування : підруч. / В.П. Горбулін, Н.В. Грицяк, А.І. Семенченко, О.В. Карпенко та ін. Київ : НАДУ, 2014. 352 с.

65. Євтух М. Б., Яшник С. В. Інноваційна діяльність в освіті: становлення гуманістичної парадигми. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2015. Вип. 3. С. 69-85. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/domtp_2015_3_10 (дата звернення: 10.02.2018).

66. Ефименко С.Н. Технология укрупнения дидактических единиц – перспективная технология обучения физике в средних специальных учебных заведениях технического направления. *Стратегии и тенденции современного образования*: матер. I Междунар. науч. конф. Ставрополь: Логос, 2014. С. 33-38.

67. Єрмакова Н.О. Розвиток предметної компетентності учнів основної і старшої школи у процесі навчальної практики з фізики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Херсон, 2012. 20 с.

68. Єфименко С. Використання графічних засобів Mathcad у дослідженні гармонічних коливань студентами технічних спеціальностей коледжів. *Зб. наук. пр. Полтавського держ. пед. ун-ту імені В.Г. Короленка. Серія: Педагогічні науки*. Полтава: ПДПУ ім. В.Г.Короленка, 2018. Вип. 71. С. 29-33.

69. Єфименко С. Метод укрупнення дидактичних одиниць у фізиці як засіб реалізації ідей інноваційно-освітньої парадигми. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2014. Вип. 5, ч 2. С. 89-94.

70. Єфименко С. Підсистеми комп'ютерної графіки у навчанні фізики. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця (НПК-2017)*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 7-8 грудня 2017 р. Суми: ФОП Цьома С.П., 2017. ч.1. С. 151-153.

71. Єфименко С. Реалізація графічного методу в навчанні фізики засобами мультимедіа. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матер. XXI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 31 січня 2017 р. Переяслав-Хмельницький, 2017. Вип. 21. С. 280-283.

72. Єфименко С. Формування цілісної системи природничо-математичних знань студентів через поняття функції. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2017. № 4. С. 26-29.

73. Єфименко С.М. Використання засобів мультимедіа для реалізації графічного методу у навчанні фізики. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіт.* Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2017. Вип. 11, ч. 1. С. 71-77.

74. Єфименко С.М. Графічне моделювання фізичних явищ і процесів: метод. рекомендації. Суми: НІКО, 2019. 80 с.54.

75. Єфименко С.М. Діалогічний підхід у навчанні. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. І наук.-метод. конф., 28 квітня 2015р. (Шостка). Суми: СумДУ, 2015. С. 184-186.

76. Єфименко С.М. Експериментальне дослідження ефективності формування предметної компетентності з фізики засобами комп'ютерної графіки.

*Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2018»*: матер. III Міжнар. наук.-метод. конф., 8-9 листопада 2018 р. Суми: ФОП Цьома С. П., 2018. Т. 1. С. 184-186.

77. Єфименко С.М. Засоби Mathcad у навчальному фізичному експерименті. *Фізико-математична освіта*. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2018. Вип. 1(15). С. 195-199.

78. Єфименко С.М. Застосування графічного методу у процесі дослідження рівноприскореного прямолінійного руху. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіт.* Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. Вип. 8, ч. 3. С. 101-106.

79. Єфименко С.М. Комп'ютерна графіка в навчанні фізики. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. III Всеукр. наук.-метод. конф., 19 квітня 2018 р. (Шостка). Суми: СумДУ, 2018. С. 201-202.

80. Єфименко С.М. Методична система формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням комп'ютерної графіки. *Science and Education a New Dimension. Humanities and Social Sciences. Budapest (Hungary)*, 2019. VII(35), I.: 213, С. 61-64.

81. Єфименко С.М. Прийоми формування фізичних знань на основі графічного способу розв'язування задач з фізики. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. Вип. 7, ч. 3. С. 144-151.

82. Єфименко С.М. Розвиток графічного методу у навчанні фізики засобами цифрових лабораторій. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. I Всеукр. наук.-метод. конф., 21 квітня 2016 р. (Шостка). Суми: СумДУ ім. А.С.Макаренка, 2016. С. 207-209.

83. Єфименко С.М. Роль фізики у формуванні когнітивного компоненту професійної компетентності майбутніх техніків-технологів хімічної і машинобудівної промисловості. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти* Кіровоград : РВВ КДПУ

ім. В.Винниченка, 2016. Вип. 9, ч. 2. С. 246-251.

84. Єфименко С.М. Формування елементів фізичних знань на основі системно-структурного підходу до навчання. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти* Кіровоград: РВВ КДПУ

ім. В.Винниченка, 2014. Вип. 6, ч. 1. С. 56-62.

85. Єфименко С.М. Формування предметної компетентності з фізики графічними засобами GeoGebra. *Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту імені Т.Г.Шевченка. Серія : Педагогічні науки.* Чернігів : ЧДПУ ім. Т.Г. Шевченка, 2018. Вип. 153. С. 44-48.

86. Єфименко С.М., Величко С.П. Результати експериментальної перевірки ефективності методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів за допомогою систем комп'ютерної графіки. *Актуальні питання природничо-математичної освіти (СумДПУ імені А. С. Макаренка).* Суми, 2018. Вип. 1 (11). С. 211-219.

87. Єфименко С.М., Мар'їнських Ю.М. Визначення і досвід використання фізичних величин. *Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи.* Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2013. Вип. 40. С. 82-88.

88. Єфименко Ю.О. Комп'ютерний практикум з моделювання фізичних процесів у електричних колах. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна.* Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2014. Вип. 20: Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. С. 196-199.

89. Єчкало Ю.В. Використання сучасних інформаційних технологій при вивченні механічних коливань. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. держ. ун-ту : Серія Педагогічна : Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу.* Кам'янець-Подільський : К-ПДУ, 2005. Випуск 11. С. 198-202.

90. Єчкало Ю.В. Розвиток інтелектуальних здібностей старшокласників у навчанні фізики засобами комп'ютерного моделювання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Кіровоград, 2012. 18 с.

91. Єчкало Ю.В., Теплицький І.О. Деякі шляхи удосконалення методики навчання шкільного курсу фізики. *Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. Київ : Вид-во НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2006. Вип. 4 (11). С. 144-147.

92. Жалдак М.І., Лапінський В.В, Шут М.І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: посібник для вчителів. Київ: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2004. 182 с.

93. Жалдак М. Система підготовки вчителя до використання ІКТ у навчальному процесі. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2011. № 4-5. С. 76-83.

94. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання* : зб. наук. пр. Київ: Вид-во НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2003. №7. С. 3-10.

95. Жалдак М.І. Професійна діяльність вчителя та інформаційні технології. *Освіта. Всеукраїнський громадсько-політичний тижневик*. № 11 (5087) 3-10 березня. 2004. с. 5.

96. Жалдак М.І., Набочук Ю.К., Семещук І.Л. Комп'ютер на уроках фізики: посіб. для вчителів. Рівне: «ТЕНІС», 2004. 230 с.

97. Желюк О. Засоби НІТ у навчальному фізичному експерименті. *Фізика та астрономія в школі*. 2003. №1. С. 39-43.

98. Живой учебник физики с дополненной реальностью: веб-сайт. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Py7bmoZcLpU&t=158s> (дата звернення: 10.02.2018).

99. Жук Ю.О. Вивчення фізики з використанням засобів інформаційно-комунікаційних технологій. *Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору*: зб. наук. пр. Київ : Атіка, 2004. 240 с.

100. Жук Ю.О. Використання засобів НІТ у лабораторному практикумі з фізики. *Фізика та астрономія в школі*. 2000. №3. С. 35-39.

101. Жук Ю.О. Особливості використання графічних представлень фізичних процесів засобами нових інформаційних технологій. *Фізика та астрономія в школі*. 1997. № 4. С. 9-12.

102. Жук Ю.О. Розв'язування дослідницьких задач з фізики з застосуванням нових інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 1995. 23 с.

103. Жук Ю.О. Системні особливості освітнього середовища як об'єкту інформатизації. *Післядипломна освіта в Україні*. 2002. № 2. С. 35-37.

104. Жукова В.М. Принципи впровадження комп'ютерних математичних систем у навчальний процес фізико-математичних факультетів. *Професіоналізм педагога в контексті Європейського вибору України* : матер. наук.-практ. конф., 18-20 вересня 2008 р. Ялта : РВВ КГУ, 2008. ч. 1. С. 83-85.

105. Заболотний В.Ф. Дидактичні засади застосування мультимедіа у формуванні методичної компетентності майбутніх учителів фізики автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : спец. 13.00.02. Київ, 2010. 38 с.

106. Заболотний В.Ф., Лаврова А.В. Навчальний фізичний експеримент з використанням цифрової лабораторії Nova5000. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2013. Вип. 19. С. 82-85. URL: http://nbuv.gov.ua/jpdf/znprkr_ped_2013_19_31.pdf (дата звернення: 13.02.2018).

107. Залогова Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс: учеб. пособие. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 121 с.

108. Захожай О.І., Сафронов П.С., Бондаренко Ю.В. Інженерна комп'ютерна графіка: навч. посіб. (для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.050802 «Електронні пристрої та системи»). Алчевськ : ДонДТУ, 2010. 249 с.

109. Зимняя И.А. Компетенция и компетентность в контексте компетентностного подхода в образовании. *Иностранные языки в школе*. 2012. № 6. С. 2-11.

110. Зязюн І.А. Педагогіка добра: ідеали і реалії: наук.- метод. посіб. Київ: МАУП, 2000. 312 с.

111. Іваницький О.І. Формування цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики у процесі фахової підготовки. *Наукові записки. Сер. : Педагогічні науки*. Кропивницький:РВВ ЦДПУ ім.В.Винниченка, 2020. Вип. 185. С. 29-33.

112. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: підруч. 3-тє вид. Київ: Каравела, 2011. 592 с.

113. Інформатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / за ред. О.І.Пушкаря. Київ : Академія, 2002. 704 с.

114. Інформаційно-комунікаційні технології у професійно-технічній освіті : монографія : у 2 ч. / Гуржій А.М. та ін.; за ред. А.М. Гуржія. Вінниця: Нілан, 2016. ч. 1. 2016. 411 с.

115. Ісичко Л.В. Використання математичного моделювання у навчанні фізики студентів вищих навчальних закладів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Кіровоград, 2012. 16 с.

116. Кадемія М.Ю. Компетентнісний підхід – основа модернізації підготовки вчителів. *Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації* : матеріали методол. семінару 3 квітня 2014 р. : у 2 ч. Київ: Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2014. ч. 2. С. 160-166.

117. Каташев В.Г., Захарова О.В. Методика определения мотивации учения студентов КГУ и акцентуации типа личности студентов КГУ / Приоритетные стратегии мониторинга качества воспитания студентов. Под науч. ред. В.И. Андреева. Казань: Центр инновационных технологий, 2003. С.134-138.

118. Касперський А.В. Система формування знань з радіоелектроніки усередній та вищій педагогічній школах : монографія. К. : НПУ імені М.П.Драгоманова, 2002. 325 с.

119. Кивлюк О.П. Становлення інформаційної педагогіки в умовах глобалізації: філософський аналіз : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. філософ. наук : 09.00.10. Київ, 2013. 31 с.

120. Килимник С.М. Організація професійно-орієнтованої діяльності студентів у процесі вивчення фізики в коледжах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04. Київ, 2017. 22 с.

121. Кисіль Н. Скрайбінг як інновація в освітній діяльності педагога. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* : Зб. наук. праць. до

матеріалів XVIII Міжнар. наук.-прак. інтернет-конф. Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 18. С. 153-156.

122. Ковалевська І.М. Статистичні діаграми у дослідженні екологічної безпеки довкілля. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 1 (48), т. 2. С. 38-48.

123. Коваленко К.В. Формування предметної компетентності учнів основної школи у процесі розв'язування фізичних задач графічним методом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2016. 21 с.

124. Коваленко К.В., Нижник В.Г. Методика використання графіків та номограм при вивченні закону радіоактивного розпаду. *Науковий часопис НПУ ім. М.П.Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ: Вид-во НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2013. Вип. 44. С.84-89.

125. Когут У.П. Дидактичні особливості використання СКМ для навчання майбутніх бакалаврів інформатики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2016. Вип. 9, ч. 1. С. 19-27.

126. Колесников О.В. Основи наукових досліджень : навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 144 с.

127. Коломієць А.М. Проблеми інформатизації освіти. *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти*. Харків : НТУ «ХПІ», 2010. Вип. 27(31), ч. 1. С.165-171.

128. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: бібліотека з освітньої політики / за заг. ред. О.В.Овчарук. Київ: «К.І.С.», 2004. 112 с.

129. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика, 10 кл.: Підручник для загальноосвіт. навч. закл. Київ ; Ірпінь : ВТФ «Перун» , 2004. 296 с.

130. Кохан Л.В. Особливості використання наочних засобів навчання в процесі вивчення гуманітарних дисциплін. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2016. Вип. 48. С. 161-167. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pfto_2016_48_23 (дата звернення: 28.06.2018).

131. Краевский В. В. Методологические основы построения содержания общего среднего образования и ее основные проблемы. Теоретические основы содержания общего среднего образования: сб. научн. трудов. Москва, 1983. С.40–59.

132. Кремень В.Г. Філософія національної ідеї. Людина. Освіта. Соціум. Київ : Грамота, 2007. 576 с.

133. Кубенко І.М. Що таке компетентність і як її розуміють в освіті. *Додаток до електронного журналу «Теорія та методика управління освітою»*. 2010. № 1. С. 1-13.

134. Кух А.М. Формування компетентностей в системі ціннісних здобутків учителя фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кіровоград : РВВ КПДУ ім. В.Винниченка. 2008. Вип. 72, ч. 2. С.74-78.

135. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. Москва : Издательский центр «Академия», 2005. 109 с.

136. Лесун І.П. Запровадження компетентнісного підходу у навчанні учнів старшої школи. *Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія № 3. Фізика і математика у вищій і середній школі*. Київ : Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2012. № 10. С. 57-60.

137. Ліскович О.В. Формування предметної і ключових компетентностей учнів основної школи у процесі вивчення електромагнітних явищ : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук. Кіровоград, 2014. 20 с.

138. Луговий В.І. Освіта, навчання, інформація, компетентність: канонізація понять (теоретико-методологічний дискурс). *Модернізація вищої освіти в Україні і світі : десять років наукового пошуку* : колективна монографія. Київ, 2009. С.178-210.

139. Лунгол О.М. Методика навчання електродинаміки учнів вищих професійно-технічних навчальних закладів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Кіровоград, 2015. 20 с.

140. Ляшенко О.І. Компетентність як об'єкт оцінювання навчальних досягнень учнів. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2014. Вип. 20. С.36-39.

141. Ляшенко О.І. Теоретико-методичні засади тестування навчальних здібностей учнів. Тестові технології оцінювання ключових і предметних компетентностей учнів основної і старшої школи : монографія / за ред. Ляшенко О.І., Жука Ю.О. Київ: Педагогічна думка, 2014. С. 5-27.

142. Майер Р.В. Решение физических задач с помощью пакета MathCAD. Глазов: ГГПИ, 2006. 37 с.

143. Макаренко Л.Л. Інформатизація освіти як пріоритетний напрям модернізації освіти в умовах інформаційного суспільства. *Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки : реалії та перспективи.* Київ: Вид-во НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2013. Вип. 43. С. 118-125.

144. Мартинюк О.С. Теоретико-методичні засади виконання комп'ютерно-орієнтованого фізичного експерименту в процесі навчання майбутніх учителів фізики : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2015. 40 с.

145. Мартинюк А.С. Методические аспекты формирования профессиональной компетентности будущих учителей физики к использованию ИКТ в учебном физическом эксперименте. *Новые технологии в образовании. Сборник науч. трудов: материалы VII Междунар. науч. практ. конф. 28 февраля 2011 г. Москва : Компания Спутник +, 2011. С. 399-402.*

146. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: навч. посібник. Чернівці: Рута, 2009. 343 с.

147. Межуєв В.І. Інтенсифікація навчання фізики в сучасній середній загальноосвітній школі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2001. 20 с.

148. Мельник Ю.С., Сіпій В.В. Формування предметної компетентності старшокласників у процесі навчання фізики. К : ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 136 с.

149. Мельніченко В.В., Єфименко В.В. Фрактальна комп'ютерна графіка. *Наукова Україна: зб. матер. Всеукр. студ. наук. конф. з міжнар. участю 25 травня 2015 р. Дніпропетровськ: «SeKum Software», 2015. С. 208-211.*

150. Мендерецький В.В. Практикуми з навчального експерименту – важливий засіб системної експериментальної підготовки вчителя фізики. *Зб. наук.*

пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна.: Дидактика дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, 2006. Вип. 12. С.133-136.

151. Мендерецький В.В., Панчук О.П., Дмитрук С.І. Психологічні аспекти управління процесом формування експериментальної компетентності. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2009. Вип. 15: Управління якістю підготовки майбутніх учителів фізики та трудового навчання. С. 81-84.*

152. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы / И.К. Турышев и др.; под ред. В.П. Орехова, А.В. Усовой. Москва: Просвещение, 1980. 320 с.

153. Методичні рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти : веб-сайт. URL : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/proekty%20standartiv%20vishcha%20osvita/1648.pdf> (дата звернення: 28.06.2018).

154. Мінекономрозвитку підготувало середньостроковий прогноз потреби економіки у робочій силі : Урядовий портал: URL : <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/247739866> (дата звернення 30.03.2015).113

155. Могильна Н.М. Створення презентацій засобами Microsoft PowerPoint. Ріпки, 2005. 28 с.

156. Модернізація вищої освіти України і Болонський процес: матер. до першої лекції / уклад. М.Ф.Степко, Я.Я.Болюбаш, К.М.Левківський, Ю.В.Сухарніков; відп. ред. М.Ф.Степко. Київ: Изд. , 2004. 24 с.

157. Муляр В.П. Комп'ютерне моделювання у формуванні інформаційної компетентності вчителя фізики. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки : реалії та перспективи. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. Вип. 48. С. 132-136.*

158. Мультимедійні системи як засоби інтерактивного навчання: навч. посібник / Жалдак М.І., Шут М.І., Жук Ю.О., Дементієвська Н.П., Пінчук О.П. та ін.; за ред.: Жука Ю.О. Київ: Педагогічна думка, 2012. 112 с.

159. Мультимедійні технології та засоби навчання : навч. посібник / А.М.Гуржій, Р.С.Гуревич, Л.Л.Коношевський, О.Л.Коношевський; за ред. Гуржія А.М. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. 556 с.

160. Муравський С.А. Особливості формування предметної компетентності у процесі вивчення фізики. *Молодий вчений*. 2015. №2.С. 287-290.

161. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012-2021 роки. *Вища школа*. 2013. № 2. С. 86-106.

162. Непорожня Л.В. Формування природничо-наукової компетентності старшокласників у процесі навчання фізики : метод. посіб. Київ : ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 204 с.

163. Ничкало Н.Г. Ключові напрями педагогічних досліджень з проблем використання інформаційно-телекомунікаційних технологій. *Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи*. Зб. наук. праць. Львів : ЛДУ БЖД, 2006. С. 21-29.

164. Обробка графічної інформації : навч. посібник / В.А. Романюк, О.М. Сальніков, В.Г. Малюк та ін.; за заг. ред. В.А. Романюка. Харків: Акад. ВВ МВСУ, 2013. 112 с.

165. Освітні програми. Сумський державний університет. веб-сайт. URL: <https://op.sumdu.edu.ua/#/> (дата звернення: 12.10.2016).

166. Основи нових інформаційних технологій навчання: посіб. для вчителя/ Машбиць Ю.І., Гокунь О.О., Жалдак М.І. та ін. Київ: Інститут психології ім. Г.С.Костюка АПН України, 1997. 260 с.

167. Очеретний В.О. Розвиток алгоритмічних умінь старшокласників засобами комп'ютерної графіки в умовах профільного навчання : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. пед. наук : 13.00.09. Тернопіль, 2017. 19 с.

168. Павленко А.І. Європейські рамкові установки і ключові компетенції шкільної освіти: підходи та дидактичні технології їх реалізації. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітій школах* : зб. наук. пр. Запоріжжя : КПУ, 2015. Вип. 42 (95). С. 482-487.

169. Панасенко Е. Зміст і структура експерименту як методу наукового дослідження у теорії та практиці вітчизняної педагогіки (1945–1991 рр.). *Рідна школа*. 2011. № 11. С. 28-35. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh_2011_11_10 (дата звернення: 21.10.2018).

170. Панченко Л.Ф., Разорьонова М.В. Використання інфографіки в освіті. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики математичної і технологічної освіти*. Кропивницький : РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2016. Вип.10, ч. 2. С.122-126. URL: <http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/1960> (дата звернення: 12.10.2018).

171. Параскевич С.П. Методика використання графічних засобів навчання алгебри та початків аналізу студентів техніко-технологічних спеціальностей технікумів і коледжів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2006. 20 с.

172. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті. *Молодь і ринок*. 2014. № 6. С. 44-48.

173. Петриця А.Н. Поєднання віртуального та реального в навчальному фізичному експерименті за допомогою цифрової лабораторії Nova 5000. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченка, 2013. Вип. 4, ч. 2. С. 178-181.

174. Петрушенко В.І. Філософія: Курс лекцій. Навч. посіб. Для студ. вищ. закладів освіти I–IV рівнів акредитації. Київ: «Каравела»; Львів: «Новий Світ-2000», 2001. 448 с.

175. Пінчук О.П Предметна компетентність з фізики у системі спеціальних компетентностей учнів загальноосвітніх навчальних закладів. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2011. Вип. 17. с. 165-167.

176. Пінчук О.П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2011. 20с.

177. Подозьорова А.В. Формування базових компетентностей майбутніх техніків-електриків у політехнічних коледжах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04. Запоріжжя, 2017. 20 с.

178. Подопригора Н.В. Порівняльно-узгоджувальний підхід щодо формування надпредметних математичних компетентностей з фізики. *Вісник Черкаського ун-ту. Серія: Педагогічні науки*. Черкаси: Вид-во ЧНУ, 2015. №8(341). С. 135-145.

179. Покришень Д. Комп'ютерне моделювання при розв'язуванні фізичних задач. *Фізика та астрономія в школі*. 2007. №4. С. 24-27.

180. Покришень Д.А. Розв'язування творчих експериментальних задач з фізики. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2012. № 7. С. 27-29.

181. Поршнеv С.В. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MathCad : учеб. пособ. для вузов. Москва : Горячая линия-Телеком, 2002. 251 с.

182. Поршнеv С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учеб. пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2011. 736 с.

183. Прикладные задачи математического анализа: метод. указ. к сам. раб. для студ. технических и экономических спец. всех форм обуч. / сост. О.Г.Ровенская, Н.В.Белых. Краматорск: ДГМА, 2011. 152с.

184. Прилуцька Н.С. Теоретичні аспекти розвитку інформаційно-технологічної компетентності майбутніх учителів математики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2009. №2(10). URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/12087796.pdf> (дата звернення: 13.05.2018).

185. Примаков А.В. Графічний метод розв'язування фізичних задач: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд пед. наук: 13.00.02. Київ, 1997. 24 с.

186. Про Державну національну програму «Освіта» («Україна XXI століття») : Постанова від 3 лист. 1993 р. N 896. URL : <http://zakon3.rada.gov.ua> (дата звернення: 21.10.2018).

187. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти: постанова Кабінету Міністрів України від 23 лист. 2011 р. №

1392. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF> (дата звернення: 28.08.2018).

188. Про першочергові завдання щодо впровадження новітніх інформаційних технологій: Указ Президента України від 20 жовтня 2005 р. №1497. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1497/2005> (дата звернення: 12.11.2018).

189. Про схвалення Концепції розвитку електронного урядування в Україні: розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 груд. 2010 р. №2250-р. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2250-2010-p> (дата звернення: 12.11.2018).

190. Про схвалення Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 трав. 2013 р. №386-р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/386-2013-p> (дата звернення: 12.11.2018).

191. Ракута В.М. Програми для роботи з функціями та графіками. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2010. № 7 (87). С. 29-33.

192. Ракута В.М. Система динамічної математики GEOGEBRA як універсальний засіб для вивчення шкільного курсу математики Львів., 2014 С. 101-103.

193. Резников Л.И. Графический метод в преподавании физики. Москва: Учпедгиз., 1960. 348 с.

194. Роздобудько М.О. Застосування інформаційних технологій при викладанні фізики в навчальних закладах І–ІІ рівнів акредитації. *Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту імені Т.Г.Шевченка. Серія : Педагогічні науки*. Чернігів : ЧДПУ ім. Т.Г.Шевченка, 2010. Вип. 77. С. 277-281.

195. Роздобудько М.О. Формування проектно-дослідницької компетентності студентів аграрних коледжів у процесі навчання фізики : автореф. дис.на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Бердянськ, 2014. 23 с.

196. Савченко О. Уміння вчитися - ключова компетентність шкільної освіти. *Освіта України*. 2006. № 62- 63. С. 4-7.

197. Садовий М., Яковлева О. Професійне спрямування навчання фізики у вищих професійно-технічних навчальних закладах. *Наукові записки. Сер. : Педагогічні науки*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. Вип. 109. С. 27-35.

198. Сальник І.В. Графічний метод дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики : автореф. дис.на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2000. 20 с.

199. Сальник І.В. Інтеграція реального та віртуального навчального фізичного експерименту в старшій школі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2016. 40 с.

200. Сальник І.В. Розв'язування фізичних задач за допомогою прикладних математичних пакетів та програм. *Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту імені Т.Г. Шевченка. Серія : Педагогічні науки.* Чернігів : ЧДПУ ім. Т.Г.Шевченка, 2012. Вип. 99. С. 284-288.

201. Сафонова І.Я. Формування предметної компетентності в учнів старшої школи у процесі вивчення предметів фізико-математичного циклу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук. Тернопіль, 2015. 23 с.

202. Селевко Г.К. Компетентності та їх класифікація. *Народна освіта.* 2004. № 4. С. 138-142.

203. Семакова Т.О. Про організацію навчання фізики у вищих навчальних закладах I–II рівнів акредитації технічного профілю. *Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту імені Т.Г. Шевченка. Серія : Педагогічні науки.* Чернігів : ЧДПУ ім. Т.Г. Шевченка, 2013. Вип. 109. С. 249-252.

204. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г . Використання GeoGebra Exam у професійній підготовці майбутніх учителів математики, фізики, інформатики. *Фізико-математична освіта.* 2018. Вип. 1. С. 290-293. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2018_1_57 (дата звернення: 12.11.2018).

205. Сергієнко В.П., Шут М.І. Теоретико-методичні особливості використання сучасних комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання із загальної фізики. *Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору* : зб. наук. праць / за ред. В.Ю. Бикова, Ю.О. Жука. Київ : Атіка, 2004. С. 185-193.

206. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. Санкт-Петербург : ООО «Речь», 2000. 350 с.

207. Сидорко В.П., Тверезовська Н.Т. Структура і функції міжпредметних зв'язків. *Вісник Національного університету оборони України*. 2014. Вип. 5. С. 157-161. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnaou_2014_5_31 (дата звернення: 21.10.2018).

208. Сиротюк В.Д. Комплексне використання засобів наочності на уроках фізики в 7-9 класах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 1997. 25 с.

209. Сиротюк В.Д. Фізика 10 : підручник. Київ : Генеза, 2018. 256 с

210. Сичевська Н.С. Поєднання компетентнісного, діяльнісного та особистісно зорієнтованого підходів в умовах навчального процесу коледжів. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І.Огієнка, 2011. Вип. 17: Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним становленням учителя: фізика, технології, астрономія. С. 176-179.

211. Сичевська Н.С. Формування фахової компетентності майбутніх техніків-технологів у процесі вивчення професійно орієнтованих дисциплін : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2012. 22 с.

212. Сільвейстр А.М. Інформаційно-комунікаційні технології навчання як засоби реалізації віртуальних лабораторних робіт з фізики у майбутніх учителів хімії і біології. *Фізико-математична освіта*. 2015. Випуск 3 (6). С.85-96.

213. Сінько Ю.І. Системи комп'ютерної математики та їх роль у математичній освіті. *Інформаційні технології в освіті*. Херсон: Вид-во ХДУ, 2009. Вип. 3. С.274-278.

214. Слободяник О.В., Величко С.П. Програмні засоби математичної підтримки під час вивчення загального курсу фізики. *Фізика та астрономія в сучасній школі*. 2012. №3 (98). С. 36-39.

215. Словак К.І. Інформаційно-комунікаційні технології активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів. *Науковий вісник Донбасу*. 2011. № 3. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd_2011_3_13 (дата звернення: 12.11.2018).

216. Словник іншомовних слів / уклад.: С.М. Морозов, Л.М. Шкарапуга. Київ: Наук. думка, 2000. 680 с.

217. Смутко О.О. Формування професійних компетентностей студентів у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації під час проведення самостійних дослідів і спостережень з фізики. *Зб. наук. пр. Кам.-Под. нац. ун-ту імені Івана Огієнка. Серія Педагогічна*. Кам'янець-Подільський : К-ПНУ ім. І. Огієнка, 2013. Вип. 19. С. 323-325.

218. Соколюк О.М. Особливості формування інформаційно-комунікаційного середовища навчання фізики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Вип. 9, ч 1. С. 166-172.

219. Соменко Д.В. Розвиток пізнавальної активності студентів педагогічних університетів у процесі навчання фізики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Кіровоград, 2015. 20 с.

220. Сондак О.В. Забезпечення структури предметних компетентностей студентів засобами індивідуалізації навчання. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. Вип. 7, ч.3. С.256-262.

221. Сондак О.В. Формування предметної компетентності з фізики у студентів медичних коледжів при вивченні оптики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук.: 13.00.02. Київ, 2018. 20 с.

222. Сосницька Н.Л. Засоби реалізації нових педагогічних технологій у навчальному процесі з фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Засоби реалізації сучасних технологій навчання*. Кіровоград : РВЦ КДПУ імені В.Винниченка, 2001. Вип. 34. С. 236-241.

223. Сосницька Н.Л. Удосконалення навчального експерименту з хвильової оптики засобами нових інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 1998. 24 с.169

224. Стратегія реформування освіти в Україні: рекомендації з освітньої політики. Київ: К. І. С., 2003. 296 с.

225. Сучасний словник іншомовних слів : близько 20 тис. слів і словосполучень / уклад.: О.І.Скопненко, Т.В.Цимбалюк. Київ : Довіра, 2006. 789 с.

226. Тверезовська Н.Т., Сидоренко В.К. Методологія педагогічного дослідження : навч. посіб. Київ : «Центр учбової літератури», 2013. 440 с.

227. Тихонова Т.В. Методологічні підходи до конструювання змісту інформаційно-технологічної навчальної дисципліни. *Молодий вчений*. 2015. №2. С. 108-111.

228. Ткаченко О.К., Рудніцький В.Л., Зіновчук А.В. Методика наукових досліджень. Методичний посібник для студентів старших курсів спеціальності фізика. Житомир: ЖДУ ім. І.Франка, 2012. 151 с.

229. Требик О.С. Організація навчання математики як загальноосвітньої дисципліни студентів коледжів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2015. 20 с.

230. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи. *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. Київ : Вид-во НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2010. № 9(16). С. 16-29.

231. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 2005. 48 с.179

232. Фізика в школі и дома : веб-сайт. URL : <http://school-physics.spb.ru> (дата звернення: 10.11.17).

233. Фізика 10 : підручник / В.Г.Бар'яхтар, С.О.Довгий, Ф.Я.Божинова, О.О.Кірюхіна. Харків: Ранок, 2018. 272 с.

234. Фізика. Навчальна програма для вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку молодших спеціалістів на основі базової загальної середньої освіти / авт.-укл. М.В.Головко та ін. Київ, 2010. 43 с. URL : <https://vzvo.gov.ua/navchalni-prohramy/85-universities-for-physics> (дата звернення: 21.08.2017).

235. Флегантов Л.О., Антоненць А.В. Використання сучасних інформаційних технологій у навчальному процесі. *Організаційно-методичне забезпечення самостійної роботи студентів: стан, проблеми, перспективи*: матер. XXXXI наук.-метод. конф. Полтава: РВВ Полтавської державної аграрної академії, 2010. с. 120-122.

236. Флегантов Л.О., Антоненць А.В. Комп'ютерне моделювання механічного руху тіла засобами MathCAD. *Інформаційні технології в освіті*. 2017. Вип. 30. С. 97-109.

237. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования. *Народное образование*. 2003. №2. С.58-64.

238. Цыба В.Т. Математико-статистические основы социологических исследований. Москва: Финансы и статистика, 1981. 255 с.

239. Черній М.М. Карти знань як засіб збільшення ефективності засвоєння навчального матеріалу учнями та їх застосування за допомогою веб-сервісів. *Зб. наук. пр. Уманського держ. пед. ун-ту імені Павла Тичини*. Умань : ПП Жовтий О.О., 2012. Випуск 6. вчителя, ч 1. С.87-95.

240. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике: Учеб. пособие для студентов вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М. : Интеграл-Пресс, 1997. 544 с.

241. Шапиро А.И., Бодик В.А. Оригинальные методы решения физических задач : пособ. для учителя. Киев : Магистр-S, 1996. 159 с.

242. Шабанова Ю.О. Системний підхід у вищій школі: підруч. для студ. магістратури. Дніпропетровськ: НГУ, 2014. 120 с.

243. Шарко В.Д. Залучення студентів до проектування і створення електронних навчальних середовищ з фізики як спосіб їх особистісно-орієнтованої підготовки до методичної діяльності. *Інформаційні технології в освіті*. 2016. Вип. 4. С. 32-62. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2016_4_5 (дата звернення 30.11.2018).

244. Шарко В.Д. Синергетичний підхід до організації навчального процесу як шлях підвищення якості методичної підготовки вчителя фізики. *Зб. наук. пр. Педагогічні науки*. Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. С.396-403.

245. Шишкін Г.О. Методична система формування інтегрованих знань з фізики в процесі підготовки вчителів технологій: монографія. Донецьк : ЛАНДОН-XXI, 2014. 365 с.

246. Школа О.В. Інноваційні технології навчання фізики у вищій педагогічній школі: теоретичний аспект. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи*. Київ : Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2013. Вип. 40. С. 297-303.

247. Шпиталевська Г.Р. Характеристика ключових та предметних компетентностей і компетенцій особистості. *Зб. наук. пр. Уманського держ. пед. ун-ту імені Павла Тичини*. Умань : ПП Жовтий О. О., 2011. Випуск 4, ч.2. С. 221-225.

248. Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. Актуальні проблеми модернізації базової фізичної освіти. *Педагогічна і психологічна наука в Україні* : зб. наук. праць : у 5 т. Київ: Педагогічна думка, 2012. Т.3 : Загальна середня освіта. С. 149-160.

249. Эрдниев П.М. Укрупнение дидактических единиц в обучении математики: книга для учителя. Москва : Просвещение, 1986. 255 с.

250. Юрченко А.О. Про впровадження інфографіки в навчальний процес як необхідність для сучасного вчителя. *Пріоритети сучасної науки: матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 жовтня 2017 року*. Київ : МЦНД, 2017. ч. 2. С. 43-45.

251. Ягупець Ю.Л. Педагогічні можливості засобів наочності у навчанні : (теоретико-методологічний аналіз). *Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія № 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. Київ : Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2005. Вип. 1. С. 190-195.

252. Якиманская И.С. Личностно ориентированное обучение в современной школе. Москва: Сентябрь, 1996. 96 с.

253. Ясев О.Г., Расчубкін В.Г. Моделювання динаміки технічних систем з використанням пакета програм MathCAD. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. 76 с.

254. Bowden John. Competency – Based Education – Neither a Panacea nor a Pariah, 2001. URL: <http://www.crm.hct.ac.ae/events/archive/tend.018.bowden.html> (last access: 22.05.2018).

255. Carugati, F. et Tomasetto, C. (2002). Le corps enseignant face aux technologies de l'information et de la communication : un défi incontournable. *Revue des sciences de l'éducation*, 28(2), P.305-324. URL: <http://dx.doi.org/10.7202/007356ar> (dernier accès: 17.06.2018).

256. David, F., & Abreu, R. Information technology in education: Recent developments in higher education. In *Information Systems and Technologies*, 2014. P.1-6.

257. Dewey, J. *Experience and education*. New York: Touchstone, 1997. P.96.

258. Gunčaga J., Majherová J., Janček M.: *GeoGebra as a motivational tool for teaching and learning mathematics, informatics and physics*. *Mathematica IV*. Verbum : Catholic University in Ružomberok Press, 2012. ISBN 978-80-8084-954-2, s.53-62.

259. Körtesi P. GeoGebra Institute of Miskolc Didactical Research Group of the Department of Analysis of the University of Miskolc in the framework of the European Virtual Laboratory of Mathematics. In *IMEM 2009*. Ružomberok: Catholic University, 2009. s. 582-585.

260. *La méthode graphique dans les sciences expérimentales et principalement en physiologie et en médecine / Étienne-Jules Marey / Paris : Masson, 1880, P.675.*

261. Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse. URL : <https://www.education.gouv.fr/rapport-du-conseil-national-de-l-innovation-pour-la-reussite-scolaire-au-ministre-de-l-education-7895> (dernier accès: 22.05.2018).

262. Oksana Ovcharuk *Competencies as a Key to Educational Content. Renewal Reform Strategy for Education in Ukraine: Educational Policy Recommendations*. Kyiv: K.I.S., 2003. P.13-42.

263. Raven, J., & Stephenson, J. (Eds.). *Competence in the Learning Society*. New York: Peter Lang, 2001. P.3-26. URL : <http://www.johnraven.co.uk/eyeonsociety/resources/CILSChap1.pdf> (last access: 22.09. 2018).

264. Reid, S., Stadler, S., Spenser-Oatey, H. and Ewington, N. *Internationalisation in the UK Higher Education Sector: A competency-based Approach*, University of Warwick: The Centre for Applied Linguistics, 2010. 32 p.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Навчальний посібник

1. Єфименко С.М. Графічне моделювання фізичних явищ і процесів: методичні рекомендації. Суми: НІКО, 2019. 80 с.

Статті в наукових фахових виданнях України

2. **Єфименко С.М.**, Мар'їнських Ю.М. Визначення і досвід використання фізичних величин. *Науковий часопис Нац. пед. ун-ту імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи.* Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2013. Вип. 40. С. 82-88.

3. Єфименко С. Метод укрупнення дидактичних одиниць у фізиці як засіб реалізації ідей інноваційно-освітньої парадигми. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. Вип. 5, ч 2. С. 89-94.

4. Єфименко С.М. Формування елементів фізичних знань на основі системно-структурного підходу до навчання. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. Вип. 6, ч. 1. С. 56-62.

5. Єфименко С.М. Прийоми формування фізичних знань на основі графічного способу розв'язування задач з фізики. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. Вип. 7, ч. 3. С. 144-151.

6. Єфименко С.М. Застосування графічного методу у процесі дослідження рівноприскореного прямолінійного руху. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. Вип. 8, ч. 3. С.101-106.

7. Єфименко С.М. Роль фізики у формуванні когнітивного компоненту професійної компетентності майбутніх техніків-технологів хімічної і машинобудівної промисловості. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* Кіровоград : РВВ КДПУ

ім. В. Винниченка, 2016. Вип. 9, ч. 2. С.246-251.

8. Єфименко С.М. Використання засобів мультимедіа для реалізації графічного методу у навчанні фізики. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіт.* Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. Вип. 11, ч. 1. С.71-77.

9. Єфименко С. Використання графічних засобів Mathcad у дослідженні гармонічних коливань студентами технічних спеціальностей коледжів. *Зб. наук. пр. Полтавського держ. пед. ун-ту імені В.Г. Короленка. Серія: Педагогічні науки.* Полтава: ПДПУ ім. В.Г. Короленка, 2018. Вип. 71. С.29-33. (*Google Scholar, Ulrichsweb Global Serials Directory*).

10. Єфименко С.М. Формування предметної компетентності з фізики графічними засобами GeoGebra. *Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту ім. Т.Г. Шевченка. Серія : Педагогічні науки.* Чернігів : ЧНПУ ім. Т.Г. Шевченка, 2018. Вип. 153. С.44-48.

11. Єфименко С.М. Засоби Mathcad у навчальному фізичному експерименті. *Фізико-математична освіта.* Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2018. Вип. 1 (15). С. 195-199. (*Index Copernicus, ICV 2016: 53.63*).

12. **Єфименко С.М.,** Величко С.П. Результати експериментальної перевірки ефективності методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів за допомогою систем комп'ютерної графіки. *Актуальні питання природничо-математичної освіти.* Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2018. Вип. 1 (11). С. 211-219.

Статті в наукових іноземних виданнях

13. Єфименко С.М. Методична система формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням комп'ютерної графіки. *Science and Education a New Dimension. Humanities and Social Sciences. Budapest (Hungary), 2019. VII(35), I.: 213, С. 61-64. (Index Copernicus: ICV 2014: 70.95; ICV 2015: 80.87; ICV 2016: 73.35; ICV 2018: 90.25, Google Scholar, Ulrichsweb Global Serials Directory, Crossref (DOI prefix:10.31174), Union of International Associations Yearbook, Scribd, Academia.edu).*

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей

14. Єфименко С.Н. Технологія укрупнення дидактичних одиниць – перспективна технологія обучения фізиці в середніх спеціальних навчальних закладах технічного напрямку. *Стратегії та тенденції сучасного навчання*: матер. І міжнарод. наук. конф., г. Ставрополь, 1 липня 2014 г. Ставрополь: Логос, 2014. С. 33-38.

15. Єфименко С. Метод УДО у фізиці як засіб реалізації ідей інноваційно-освітньої парадигми. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матер. міжнарод. Х (XX) наук.-практ. конф., м. Кіровоград, 23 травня 2014 р. Кіровоград : ПП Ексклюзив-Систем, 2014. С. 52-53.

16. Єфименко С.М. Діалогічний підхід у навчанні. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. І наук.-метод. конф., м. Шостка, 28 квітня 2015 р. Суми: СумДУ, 2015. С. 184-186.

17. Єфименко С.М. Прийоми формування фізичних знань на основі графічного способу розв'язування задач з фізики. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матер. наук.-практ. конф., м. Кіровоград, 22-23 травня 2015 р. Кіровоград : ПП Ексклюзив-Систем, 2015. С. 115-116.

18. Єфименко С.М. Розвиток графічного методу у навчанні фізики засобами цифрових лабораторій. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. І всеукраїн. наук.-метод. конф., м. Шостка, 21 квітня 2016 р. Суми: СумДУ, 2016. С. 207-209.

19. Єфименко С.М. Роль фізики у формуванні когнітивного компоненту професійної компетентності майбутніх техніків технологів хімічної і машинобудівної промисловості. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матер. міжнарод. ХІІ (XXІІ) наук.-практ. конф., м. Кіровоград, 27-28 травня 2016 р. Кіровоград : ПП Ексклюзив-Систем, 2016. С. 128-131.

20. Єфименко С. Реалізація графічного методу в навчанні фізики засобами мультимедіа. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матер. ХХІ міжнарод. наук.-практ. інтернет-конф., м. Переяслав-Хмельницький, 31 січня 2017 р. Переяслав-Хмельницький, 2017. Вип. 21. С. 280-283.

21. Єфименко С.М. Використання засобів мультимедіа для реалізації графічного методу у навчанні фізики. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: матер. Міжнар. XIII (XXIII) наук.-практ. конф., м. Кропивницький, 19-20 травня 2017 р. Кіровоград : ПП Ексклюзив-Систем, 2017. С. 59-61.

22. Єфименко С. Підсистеми комп'ютерної графіки у навчанні фізики. *Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця (НПК-2017)*: матер. міжнар. наук.-практ. конф., м. Суми, 7-8 грудня 2017 р. Суми: ФОП Цьома С.П., 2017. ч.1. С. 151-153.

23. Єфименко С.М. Комп'ютерна графіка в навчанні фізики. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. III всеукр. наук.-метод. конф., м. Шостка, 19 квітня 2018 р. Суми: СумДУ, 2018. С. 201-202.

24. Гриценко Р.О., Курносенко О.В., **Єфименко С.М.** Експериментальні дослідження засобами цифрових лабораторій. *Освіта, наука та виробництво: розвиток і перспективи*: матер. III всеукр. наук.-метод. конф., м. Шостка, 19 квітня 2018 р. Суми: СумДУ, 2018. С. 197-198.

25. Єфименко С.М. Формування предметної компетентності з фізики графічними засобами GeoGebra. *Актуалізація фізичної освіти в контексті державної програми «Нова українська школа»*: матер. всеукр. наук.-практ. конф. «Чернігівські методичні читання з фізики та астрономії. 2018», м. Чернігів, 26-27 червня 2018 р. Чернігів: Десна Поліграф, 2018. С. 22-24.

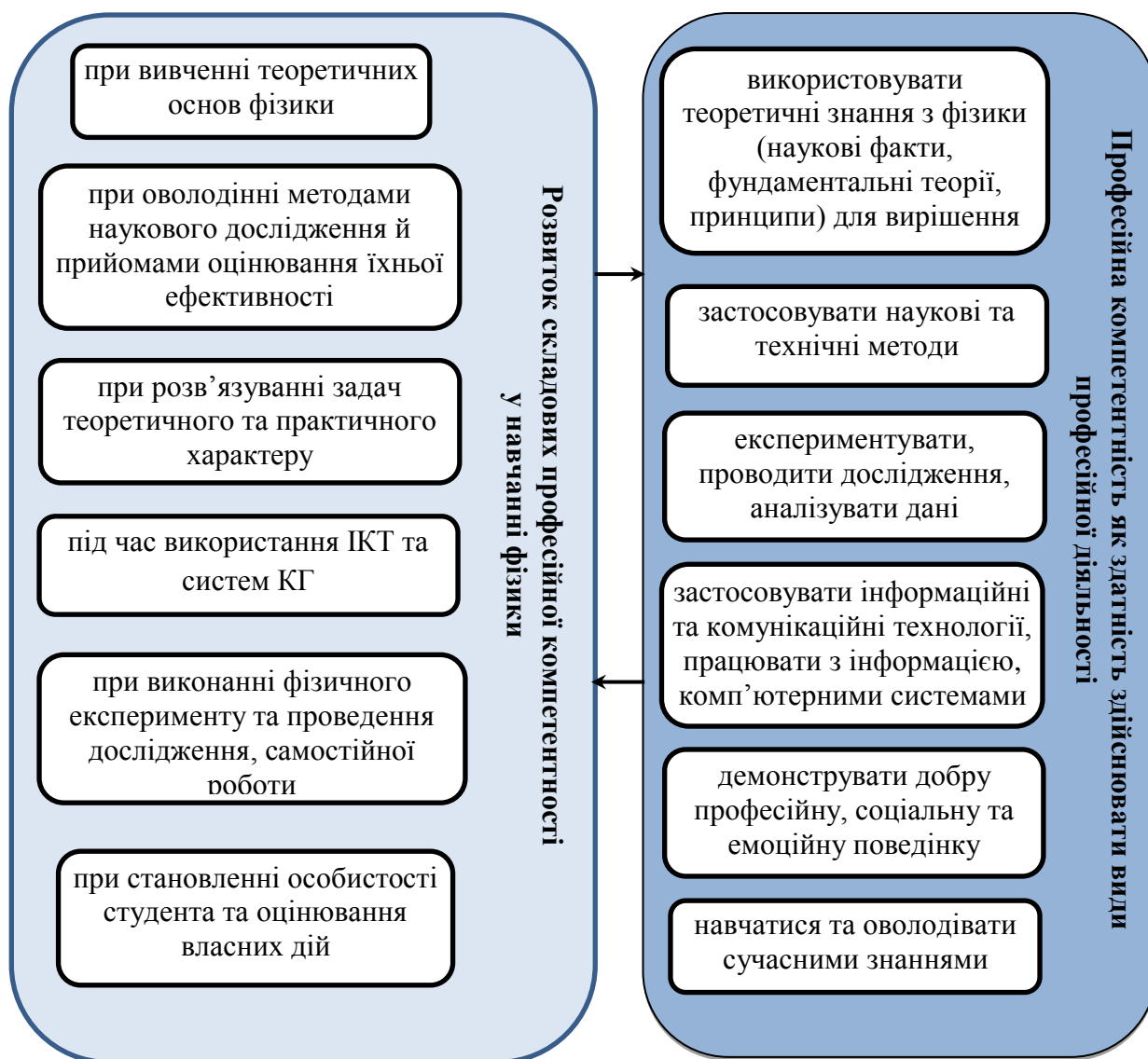
26. Єфименко С.М. Експериментальне дослідження ефективності формування предметної компетентності з фізики засобами комп'ютерної графіки. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2018»*: матер. III міжнар. наук.-метод. конф., м. Суми, 8-9 листопада 2018 р. Суми: ФОП Цьома С. П., 2018. Т. 1. С. 184-186.

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

27. Єфименко С. Формування цілісної системи природничо-математичних знань студентів через поняття функції. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2017. № 4. С. 26-29.

Додаток А

**Формування складових професійної компетентності студентів
техніко-технологічних спеціальностей у навчанні фізики**



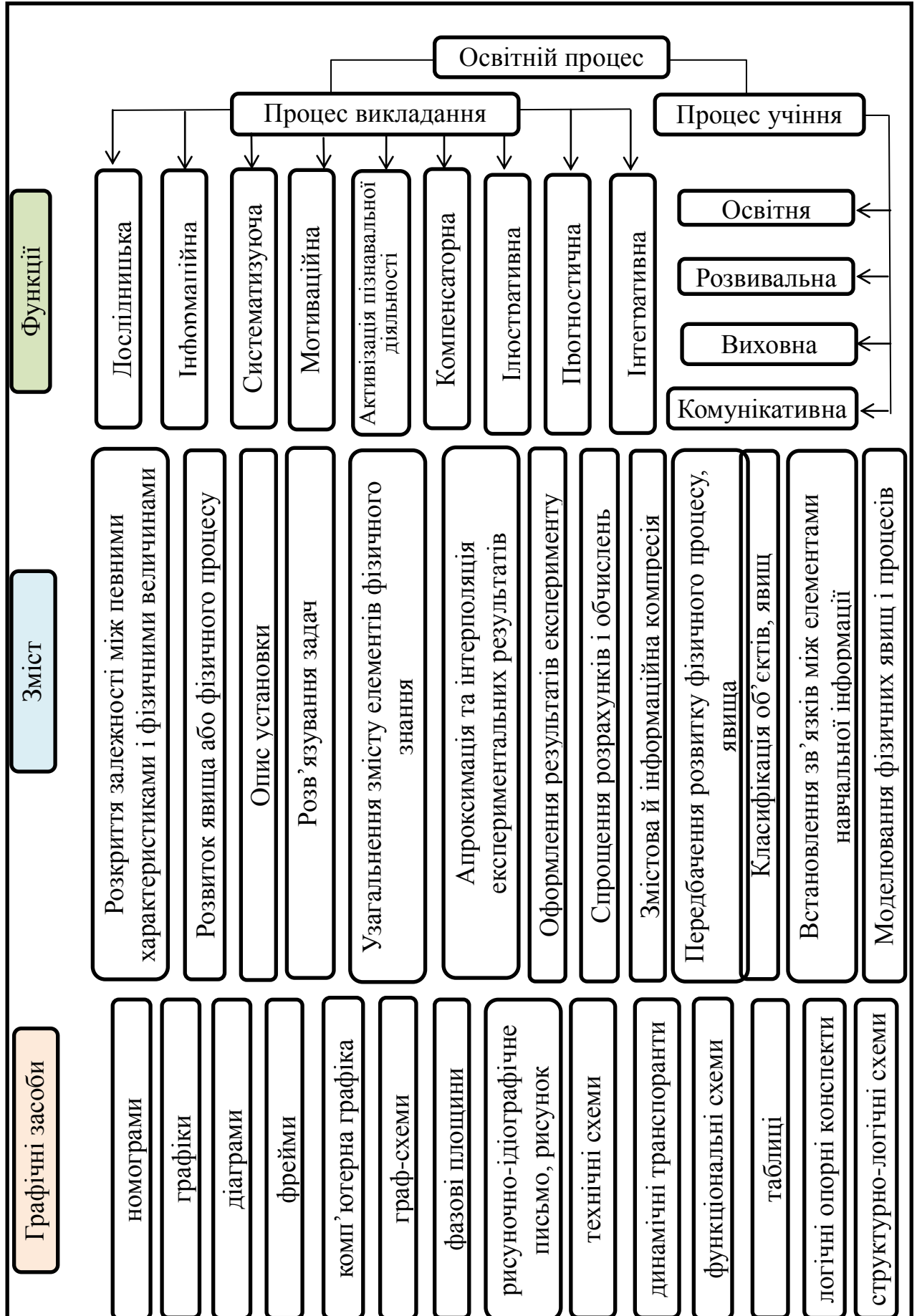
Додаток Б

Графічний метод у навчанні фізики

Додаток Б.1. Огляд наукових праць, що відображають застосування графічного методу у навчанні фізики

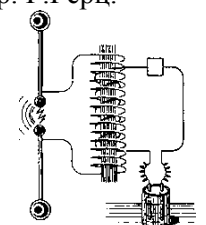
<i>Автор і назва</i>	<i>Запропоновано</i>
Л.І.Резніков Графічний метод у викладанні фізики (навчальний посібник)	добір графічного матеріалу (задачного, демонстраційного) за різними темами курсу фізики з урахуванням принципів науковості, доступності, політехнізму тощо; техніка побудови графіків за допомогою самописців на саморобних приладах
М.М.Борис Методика використання графіків в курсі фізики середньої школи (на прикладі механіки) (дисертація)	можливість отримання численних розв'язків різного типу задач внаслідок графічних побудов (графічне множення, графічне розв'язування рівнянь, графічне диференціювання та інтегрування)
І.В.Сальник Графічний метод дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики (дисертація)	методичну систему вивчення фізичних явищ у шкільному курсі фізики на основі графічного методу, систему нових демонстрацій, дослідів, лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму з використанням саморобного пристрою для графічного запису деформації, які знайшли застосування під час вивчення явища деформації, сили пружності, графічного зображення сили, а також явища тертя та його видів
Н.Л.Сосницька Удосконалення навчального експерименту з хвильової оптики засобами нових інформаційних технологій (дисертація)	структуру шкільного фізичного експерименту з хвильової оптики на основі імітаційного комп'ютерного моделювання, яка «забезпечує високу предметну і знакову наочність, тісний зв'язок теорії з експериментом у навчанні», що є однією з необхідних умов успішної освіти й розвитку мислення учнів
К.В.Коваленко Формування предметної компетентності учнів основної школи в процесі розв'язування фізичних задач графічним методом (дисертація)	методичні підходи до застосування графічного методу в компетентнісному навчанні фізики основної школи під час вивчення кінематики, оптики, закону збереження енергії тощо
Ю.О.Жук Розв'язування дослідницьких задач з фізики з застосуванням нових інформаційних технологій (дисертація)	використання графічних уявлень функціональних залежностей як візуалізації математичної моделі у вигляді екранного образу при розв'язуванні задач з фізики
А.В.Примаков Графічний метод розв'язування фізичних задач (дисертація)	застосування графічного методу для розв'язування задач на екстремум функції, на встановлення функціональної залежності, на побудову графіків, в експериментальних задачах, метод динамічних малюнків, метод епюр, метод графічних оцінок, метод розгортки, метод дзеркальних відображень, метод площ, метод векторів, метод векторних діаграм, метод номограм

Додаток Б.2. Характеристики графічного методу у навчанні фізики

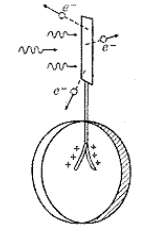


Додаток Б.3. Структурна схема вивчення теми «Фотоефект»

ІСТОРИЧНІ ФАКТИ:
 1839 р. А. Беккерель (фотовольтаїчний ефект).
 1873 р. Уїллоубі Сміт (фотопровідність селена).
 1887 р. Г.Герц.



1888 р. Вільгельм Гальвакс.



НОРМАТИВНЕ ЗНАННЯ (ЗАКОНИ)
 Закони зовнішнього фотоефекту:
 1. Сила фотоструму насичення прямопропорційна падаючому на фотокатод світловому потоку;
 2. Максимальна кінетична енергія (швидкість) фотоелектронів лінійно збільшується зі збільшенням частоти падаючого світла;
 3. Існує мінімальна частота, з якої починається фотоефект;
 4. Фотоефект – безінерційний.
 Неможливість пояснення класичною хвильовою теорією.
 1908 р. Альберт Айнштайн (світло поглинається порціями):

$$h\nu = A_d + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

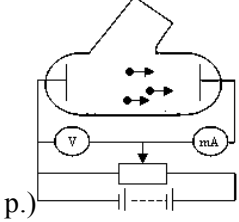
Квант енергії, поглинутий електроном, іде на роботу виходу електрона з речовини та на надання йому максимальної кінетичної енергії.

ФОТОЕФЕКТ

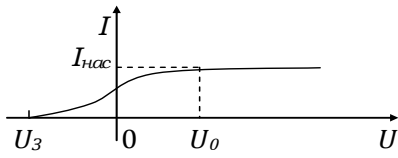
ГІПОТЕЗА:
 вплив випромінювання на електричні явища.

ЯВИЩЕ:
 вививання електронів з речовини під дією випромінювання – **зовнішній фотоефект**.
 Генерація вільних носіїв зарядів у напівпровіднику, яка відбувається внаслідок опромінення напівпровідника – **внутрішній фотоефект**.

ДОСЛІДНІ ФАКТИ
 Досліди А.Г.Столетова (1888)

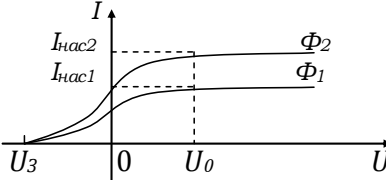


1. $\Phi = const, \nu = const$

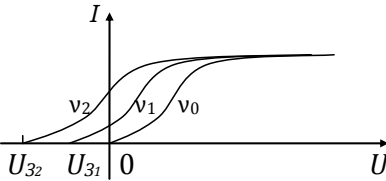


- a) $U = 0; I \neq 0; \frac{mv^2}{2} \neq 0;$
- б) $0 < U < U_0; I \uparrow;$
- в) $U > U_0; I = I_{\text{нас}} = const;$
- г) $U = U_{\text{зам}}; I = 0; \frac{mv_{\max}^2}{2} = eU_{\text{зам}}$

2. $\Phi_1 < \Phi_2, \nu = const$



3. $\nu_0 < \nu_1 < \nu_2$



$\nu_c (\nu_0)$ – червона межа фотоефекту

ПІДРУНТЯ
Гіпотеза Планка:
 випромінювання світла відбувається не неперервно, а дискретно (порціями енергії) – квантами світла (фотонами).
1897 р. - відкриття
 Дж. Джоном Томсоном електрона.

ВЕЛИЧИНИ
 $E_\phi = h\nu$
 енергія фотона;
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – стала Планка
 $A_e = h\nu_c$
 A_e – робота виходу електронів з речовини

- ЗАСТОСУВАННЯ**
1. Управління вуличним освітленням.
 2. Автоматичні системи.
 3. Системи контролю, управління й захисту в якості регуляторів параметрів технологічних процесів.
 4. Лічильних пристроях, комутаторах, підсилювачах.
 5. Відтворення звуку.
 6. Джерела енергії.

НАУКОВА КАРТИНА СВІТУ
 Квантово-польова картина світу.
 (розвиток квантової механіки, електродинаміки)

Додаток В

Інформаційно-комунікаційні технології у навчанні фізики

Додаток В.1. Засоби і методи інформаційно-комунікаційних технологій

<i>ІКТ</i>									
<i>засоби ІКТ</i>							<i>методи ІКТ</i>		
<i>апаратні</i>				<i>програмні</i>			моделювання		
ЕОМ, ПЕОМ та їхні складові	пам'ять			системні (операційна система та оболонки, графічний інтерфейс, сервісні програми)			системний аналіз		
	Процесор						системне проектування		
	Відеоадаптер						безпаперові технології, методи колективного використання різноманітних інформаційних ресурсів		
	пристрої введення	маніпулятори						прикладні (пакети прикладних програм, графічні та текстові редактори, системи мультимедіа й гіпермедіа, системи штучного інтелекту, САПР- системи тощо	
		мишка	трекбол	джойстик	сенсорна панель	сенсорний екран	диджитайзер		методи передачі, збору, продукування, накопичення, збереження, обробки, передачі та захисту інформації
		графічні планшети							
		Клавіатура							
		Датчики							
		Сканери							
		аналогово-цифрові перетворювачі							
		цифрові фотокамери							
	Відеокамери								
	пристрої виведення	Принтери							
		Плотери							
Проектори									
діалогові засоби користувача	Монітор								
	пристрої мовного введення- виведення								
локальні та глобальні мережі							інструментальні мови, системи програмування		
телекомунікаційні мережі та засоби зв'язку									
зовнішні пристрої пам'яті									
сучасне периферійне обладнання									

Додаток В.2. Напрями комп'ютерної графіки та їхнє програмне забезпечення

Таблиця В.2

Напрямок комп'ютерної графіки	Програмні засоби
Проектування технічних та архітектурних об'єктів, електронних і механічних пристроїв	КОМПАС, AutoCAD, ArchiCAD тощо
Поліграфія	FrameMaker, PageMaker, CorelDraw, Inkscape, Notepad

Продовження табл.В.2

Цифровий живопис	Adobe Photoshop, Corel Painter, Microsoft Expression Graphic Designer, ArtRage Studio
Картографія	MapInfo Professional
Графічний дизайн	Bryce 3D, Sweet Home 3D
Розпізнавання об'єктів, редагування зображення, які вирішують поставлені стратегічні, художні або технічні задачі	Paint, PhotoShop, Photo Makeup, Picasa, GIMP, Photoscape, Adobe Illustrator

Додаток В.3. Засоби реалізації КГ у навчанні фізики

Напрями КГ	Програмні засоби, web-ресурси	Функції
Презентаційна графіка	Prezi, PowerPoint, Keynote, Adobe Presenter	ілюстративна, інформаційна, мотиваційна
Інфографіка	Creately, Canva, Easel.ly, Inkscape, Adobe Illustrator	ілюстративна, систематизуюча, мотиваційна, компресійна
Графічні лабораторні інтерфейси	«Register iLab» лабораторного комплексу Register Data Logger, «MultiLab» цифрової лабораторії NOVA	дослідницька, ілюстративна, систематизуюча, інформаційна, компенсаторна, інтегративна, прогностична, мотиваційна, компресійна
Віртуальна реальність	Premiere Pro, After Effects, Tilt Brush Toolkit	дослідницька, ілюстративна, мотиваційна, інформаційна,
Вбудовані графічні редактори	Графічні інтерфейси додатків Google, програм пакету Microsoft Office	ілюстративна, компенсаторна, мотиваційна, компресійна, інформаційна,
Mind map (інтелект-карти)	Freemind, bubbl.us, XMind, MindMeister, Google додатки	ілюстративна, систематизуюча, інформаційна, мотиваційна, компресійна
Скрайбінг	Графічні додатки інтерактивних дощок	ілюстративна, мотиваційна, інформаційна
Комп'ютерна анімація й мультимедіа	Blender, GeoGebra, PlayPosit, Gif Animator, Macromedia Flash	дослідницька, ілюстративна, інформаційна, компенсаторна, інтегративна, прогностична, мотиваційна,
Моделювання	Blender, Mathcad, Electronic Workbench, TinkerCAD, GeoGebra, MatLab Simulink	дослідницька, ілюстративна, інформаційна, компенсаторна, інтегративна, прогностична, мотиваційна
3-D графіка	Autodesk Maya, Strata Vision 3D 4.0, FreeHand Graphics Studio 7, Simplify 3d	дослідницька, ілюстративна, мотиваційна, інформаційна, компенсаторна, інтегративна,
Фрактал	Art Dabbler, Ultra Fractal, http://isbooth.com/fractal/icons/ru ; https://psi-technology.net/drawing/symwave/	дослідницька, ілюстративна, інформаційна, компенсаторна, мотиваційна
Таймлайн	Time.Graphics, Timeline.JS	дослідницька, ілюстративна, інформаційна, мотиваційна, систематизуюча
Доповнена реальність	Платформа ARCore, додаток INFINITI Q30 / QX30	ілюстративна, інформаційна, мотиваційна, дослідницька

Додаток В.4. Розв'язування задач з використанням комп'ютерної графіки табличного редактора Microsoft Excel

Задача. Визначити шлях тіла, що рухається прямолінійно, за 15 с якщо його прискорення $a = 4 \text{ м/с}^2$ спрямовано протилежно до початкової швидкості 20 м/с ?

Розв'язання. Уважно прочитавши умову, студенти доходять до висновку, що тіло, у якого прискорення напрямлене протилежно до початкової швидкості, рухається сповільнено. Складаючи рівняння залежності швидкості тіла від часу, визначаємо час зупинки цього тіла: $v = 20 - 4t$; $v = 0$ якщо $t = 5 \text{ с}$.

Робимо висновок, що тіло перші 5с рухалось сповільнено до зупинки з прискоренням $a_x = -a$. Наступні 10с тіло, змінивши свій напрямок руху на протилежний, переміщувалося з прискоренням $a_x = a$. Отже, шлях, що проходить тіло, складається з двох ділянок, на яких проекції прискорення мають протилежні знаки. Записуючи для кожної ділянки шляху відповідну формулу знаходимо: $S_1 = 20 \cdot 5 - 2 \cdot 5^2 = 100 - 50 = 50 \text{ м}$; $S_2 = 2 \cdot 10^2 = 200 \text{ м}$, звідки виходить шлях тіла за 15 секунд: $S = S_1 + S_2 = 250 \text{ м}$.

Доцільно одночасно з аналітичним розв'язком показати графічний метод розв'язання цієї задачі. Враховуючи, що з графіком квадратичної функції студенти знайомі з курсу алгебри 9 класу, пропонуємо побудувати графік функціональної залежності $S_x(t)$ у зошиті (рис. В.4.1). За побудованим графіком визначаємо пройдений тілом шлях за 15с та одночасно показуємо графік цієї залежності $S_x(t)$ (рис. В.4.2). Звертаємо увагу студентів на тому, що шлях на відміну від переміщення є додатною постійно зростаючою з часом величиною.

Як бачимо, використані в задачі методи аналізу та порівняння даних сприяють правильному розумінню студентами сутності фізичних понять і процесів, що є обов'язковою умовою якісної фізичної освіти. Також, аналітично розв'язуючи цю задачу, для знаходження часу зміни напрямку швидкості можна побудувати графічну залежність проекції швидкості тіла від часу. Слід виділити також і важливе пізнавальне значення залучення комп'ютерної графіки у ході розв'язування цієї задачі студентами. Створення таблиці в Excel з наступною

побудовою графіка дає можливість її розв'язання графічним методом. Крім того дозволяє простежити характер руху тіла залежно від заданих параметрів, що сприяє підвищенню якості засвоєння студентами навчального матеріалу (рис. В.4.3).

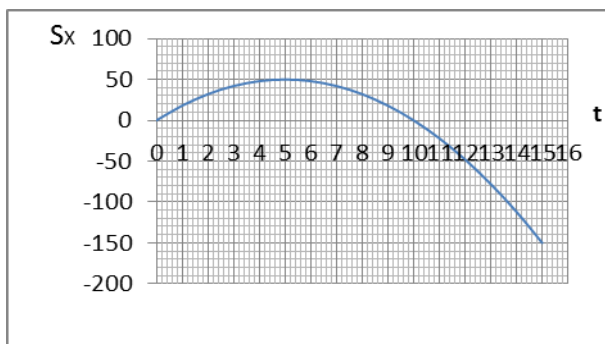


Рис. В.4.1. Графік залежності проекції переміщення від часу

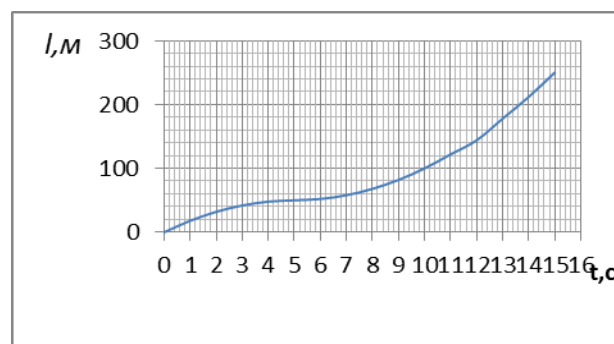


Рис. В.4.2. Графік залежності пройденого тілом шляху від часу

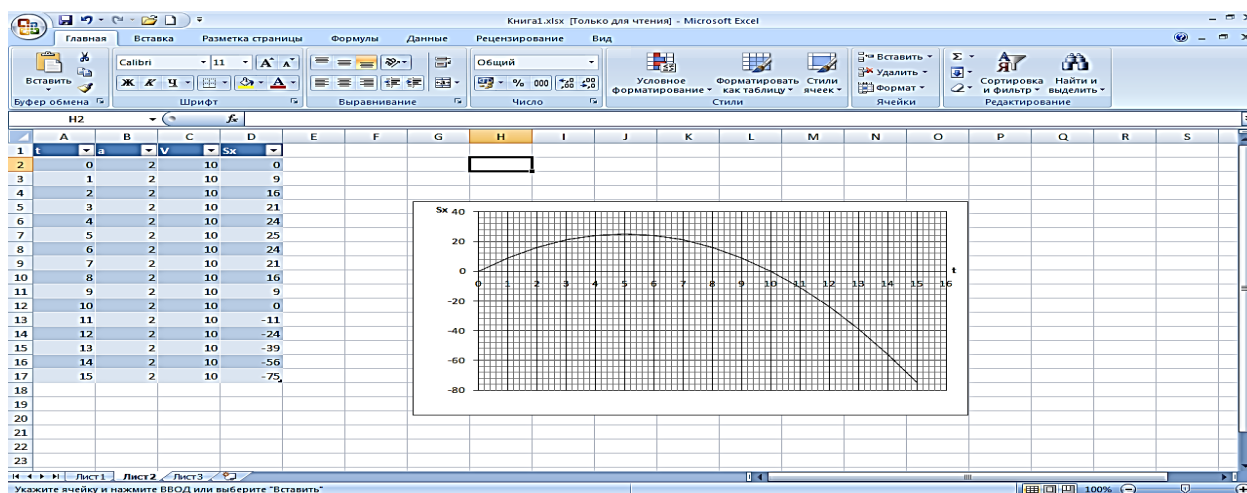


Рис. В.4.3. Графічна інтерпретація функціональної залежності $S_x(t)$ в Excel

На основі розглянутої задачі пропонуємо студентам розв'язати самостійно:

1. М'яч кинули вертикально вгору зі швидкістю $5,5\text{ м/с}$ і піймали під час його падіння на висоті 60 см від точки кидання. Знайдіть час, через який впіймано м'яч, та час його падіння у вихідне положення. Розв'язати задачу графічно та аналітично. Порівняти одержані результати. Зробити висновки.

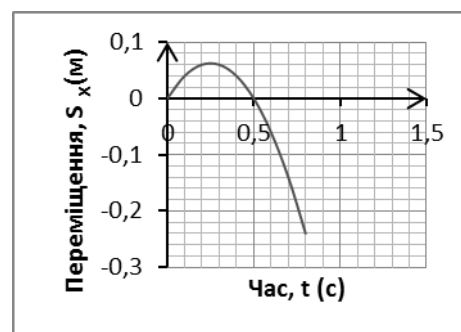


Рис. В.4.4. Графічна інтерпретація функціональної залежності $S_x(t)$

2. За графіком залежності $S_x(t)$ (рис. В.4.4) написати рівняння руху тіла, визначити модуль його прискорення та переміщення за $0,6$ с. Початкова швидкість тіла становить $0,5$ м/с.

Додаток В.5. Порівняння властивостей традиційних і комп'ютерних навчальних моделей

Властивості моделі	Традиційна модель	Комп'ютерна модель
за доступністю	обмежене коло користувачів	забезпечення мобільності доступу
за існуванням у реальному часі	реальність моделі	можливість забезпечення віртуальності
за методами роботи з моделлю	традиційні методи роботи з моделлю	автоматизація процесів управління моделлю
за якістю і ступенем формалізації	задовільна якість моделі, ступінь формалізації	висока якість моделі, ступінь формалізації
за ступенем взаємодії з моделлю	переважна автономність	інтерактивність
за можливістю відображення явищ, процесів	обмежена	необмежена

Додаток В.6. Анкета, що визначає актуальність впровадження засобів КГ в навчання фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку

З метою визначення актуальності формування предметної компетентності з фізики студентів техніко-технологічних спеціальностей коледжів з використанням систем комп'ютерної графіки просимо Вас взяти участь у дослідженні й відповісти на запитання анкети (виділіть Ваш варіант відповіді).

1. Що Ви розумієте під поняттям «комп'ютерна графіка» ?

- а) область інформатики, що займається наочним поданням навчальної інформації;
- б) сукупність засобів і методів відтворення на комп'ютері зображень різноманітних предметів;
- в) сукупність методів і способів перетворення за допомогою комп'ютера даних у графічне зображення і графічного зображення у дані;
- д) не можу визначитися.

2. Чи вважаєте Ви, що майбутні фахівці техніко-технологічного профілю мають володіти засобами комп'ютерної графіки ?

- а) так; б) ні; в) не можу визначитися.

3. Які, на Вашу думку, завдання засобів комп'ютерної графіки ?

- а) одержання за допомогою комп'ютера візуальних образів реальних предметів;
- б) одержання графіків, діаграм, образів предметів тощо за допомогою комп'ютера
- в) одержання за допомогою комп'ютера графіків на основі числових даних;
- д) не можу визначитися.

4. Навіщо, на Вашу думку, майбутньому фахівцю техніко-технологічної спеціальності вміння користуватися ресурсами комп'ютерної графіки?

- а) для забезпечення допомоги у формуванні знань, умінь і навичок під час навчання в коледжі;
- б) сприяє становленню професійно важливих якостей;
- в) для задоволення власних пізнавальних інтересів;
- д) не можу визначитися.

5. Яким інструментами Ви надаєте перевагу під час побудови графіків, креслення деталей машин і механізмів ?

- а) ресурсам комп'ютерної графіки;
- б) олівцю і лінійці;
- в) свій варіант відповіді _____

6. Що Вам заважає користуватись засобами комп'ютерної графіки в процесі навчання?

- а) відсутність відповідного програмного забезпечення ;
- б) відсутність знань та умінь у використанні ресурсів комп'ютерної графіки;
- в) відсутність інтересу до їх застосування у навчанні;

7. Чи Ви вивчали дисципліни, під час яких набували досвіду з використання ресурсів комп'ютерної графіки. Якщо так, назвіть ці дисципліни.

- а) так; б) ні; Дисципліни _____

8. Оцініть за п'ятибальною шкалою Ваше вміння користуватися під час розв'язування навчальних задач програмними ресурсами комп'ютерної графіки.

Дякуємо за допомогу!

Додаток Д

Додаток Д.1. Програма курсу фізики (з використанням систем КГ)

Мета та завдання курсу: у зв'язку інформатизацією і технологізацією різних сфер суспільного життя й виробництва, підвищенням ролі компетентнісного підходу в сучасній освіті, розвитком інтеграційних процесів у науці та освіті виникла проблема пошуку нових активних форм, методів і засобів навчання фізики у коледжах техніко-технологічного напрямку, що забезпечуватимуть досягнення прогнозованих освітніх результатів відповідно до державних вимог. У зв'язку з цим метою навчальної дисципліни «Фізика» є формування предметної компетентності студентів з використанням сучасних ІКТ, у тому числі й систем КГ, що сприятимуть професійному та особистісному зростанню майбутніх фахівців. Знання з математики, інформатики, комп'ютерної техніки і технологій у навчанні фізики повинні стати опорою для більш міцного й ґрунтовного її вивчення студентами, а не обтяжувати процес учіння.

Отже, навчальний курс фізики з елементами моделювання фізичних явищ і процесів засобами комп'ютерної графіки повинен: сформувати у студентів систему фізичних знань та міжпредметних знань на основі графічного методу навчання фізики із залученням засобів комп'ютерної графіки; навчити застосовувати отримане знання в процесі пізнання та в майбутній професійній діяльності; закласти у студентів фундамент наукового мислення та світогляду, зокрема правильного розуміння меж застосування різних понять, законів, теорій та вміння оцінювати ступінь достовірності результатів, одержаних за допомогою експериментальних, графічних або математичних методів дослідження; навчити студентів орієнтуватися у потоці наукової та технічної інформації; сформувати початкові навички графічного моделювання фізичних явищ і процесів під час розв'язування задач та проведення експериментальних лабораторних досліджень, оцінки похибок вимірювань, обробки та інтерпретації інформації, одержаної в ході навчального експерименту, за допомогою графічних засобів та графічного способу з використанням ІКТ; сприяти розвитку графічної культури,

графоаналітичних умінь студентів та засвоєнню ними способів вирішення задач навчальної й практичної спрямованості, сформувати навички творчого, евристичного підходу до їх розв'язання, розкрити можливості різноманітних шляхів і методів реалізації знань з фізики у майбутній професійній діяльності; ознайомити студентів із сучасними програмними засобами, заснованими на використанні комп'ютерних технологій, які будуть залучені до забезпечення не тільки викладання курсу, а є також корисними під час вивчення дисциплін природничо-математичної та професійної підготовки.

Під час вивчення курсу студенти повинні отримати такі знання й уміння: оволодіти системою фізичних знань: наукових фактів, понять, фізичних явищ, законів, теорій, фізичних моделей, теоретичних основ фізичних методів дослідження в об'ємі визначеному робочою програмою навчальної дисципліни; сформувати вміння аналізувати, узагальнювати і систематизувати, пояснювати фізичні явища і процеси, розв'язувати задачі практичного, теоретичного та прикладного характеру, зокрема професійного змісту, досліджувати фізичні закони, в тому числі за допомогою комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання; набути практичних умінь і навичок експериментаторської діяльності, роботи з лабораторним обладнанням, засобами ІКТ та КГ; оволодіти знанням з основ роботи з комп'ютерними та технічними засобами обробки, зберігання і передачі інформації в персональному комп'ютері, системами КГ, графічними лабораторними інтерфейсами, знанням методів та способів їх використання в навчанні фізики; використовувати сучасні цифрові технології, програмно-апаратні засоби комп'ютерної техніки для моделювання фізичних явищ і процесів у навчанні фізики: вивченні теоретичного матеріалу, розв'язуванні задач, проведенні фізичного експерименту та обробки його результатів; через залучення графічних об'єктів (динамічних малюнків, схем, графіків тощо) конкретизувати фізичні моделі задач; розуміти й застосовувати наукові методи, зокрема графічний, для аналізу та опису фізичних явищ і процесів; проводити пошук, відбір, оцінювання, аналіз та перекодування необхідної для вивчення фізики

інформації; дотримуватися ергономічних вимог у роботі з інформацією та комп'ютерною технікою, діалогічної культури в інтернет-мережах.

Таблиця Д.1

Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних блоків і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		л	П	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Тематичний блок 1 Фізичні основи механіки. Механічні коливання						
Тема 1.1. Фізика та її методи. Дослідницька діяльність у фізиці. Інформатичні засоби у вивченні фізики. Графічний метод, моделювання	3	2	-	-	-	1
Тема 1.2. Кінематика поступального та обертального рухів. Графічний спосіб розв'язування кінематичних задач	3	2	-	-	-	1
Тема 1.3. Практичне заняття №1 Графічне моделювання кінематичних задач за допомогою кросплатформенної динамічної математичної програми GRAN	3	-	2	-	-	1
Тема 1.4. Динаміка поступального та обертального рухів, їх динамічні характеристики. Рівняння динаміки поступального й обертального руху тіла	3	2	-	-	-	1
Тема 1.5. Закони збереження в механіці. Графічна інтерпретація закону збереження і перетворення енергії	2	2	-	-	-	-
Тема 1.6. Практичне заняття №2 Вивчення законів динаміки і законів збереження механіки комп'ютерними графічними засобами (Geogebra)	3	-	2	-	-	1
Тема 1.7. Кінематика гармонічних коливань. Додавання коливань. Загасаючі та вимушені коливання. Резонанс	3	2	-	-	-	1
Тема 1.8. Практичне заняття №3. Моделювання механічних коливань за допомогою систем комп'ютерної математики (СКМ Mathcad)	3	-	2	-	-	1
Тема 1.9. Механіка рідин і газів. Основні закони гідростатики. Стаціонарний потік. Рівняння Бернуллі. В'язкість. Формула Стокса	2	2	-	-	-	-
Тема 1.10. Властивості твердих тіл. Деформація. Моделювання процесу деформації твердих тіл. Узагальнення за тематичним блоком 1	3	2	-	-	-	1
Разом за тематичним блоком 1	28	14	6	-	-	8

Продовження табл. Д.1

Тематичний блок 2 Елементи статистичної фізики, основи термодинаміки. Електродинаміка. Елементи оптики та фотометрії						
1	2	3	4	5	6	7
Тема 2.1. Елементи статистичної фізики. Основи термодинаміки. Графічний метод у вивченні статистичної фізики і термодинаміки	2	2				1
Тема 2.2. Моделювання теплових процесів за допомогою систем комп'ютерної алгебри. Практичне заняття №4 Дослідження одного з ізопроектів (Register Data Logger)	2	-	2	-	-	-
Тема 2.3. Теплова машина. ККД теплової машини (Geogebra)	2	2	-	-	-	-
Тема 2.4. Реальні гази. Ізотерми Ван-дер-Ваальса (СКМ Mathcad)	2	2	-	-	-	-
Тема 2.5. Постійний струм. Вивчення законів постійного струму на основі графічного методу (GeoGebra, GRAN)	3	2	-	-	-	1
Тема 2.6. Електричний струм в електролітах, вакуумі, газах, напівпровідниках. Термоелектричні явища	2	2	-	-	-	-
Тема 2.7. Практичне заняття №5 Графічне дослідження властивостей напівпровідникового діода на установці Register	3	-	2	-	-	-
Тема 2.8. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвильові властивості світла. Дисперсія	2	2	-	-	-	-
Тема 2.9 Елементи оптики та фотометрії. (онлайн-сервіси, задачі). Узагальнення за тематичним блоком 2	3	2	-	-	-	1
Разом за тематичним блоком 2	21	14	4	-	-	3
Тематичний блок 3 Лабораторний практикум						
Тема 3.1. Експеримент і його структура. Графічна обробка результатів експерименту. Аналіз експериментальних результатів (GeoGebra, GRAN, Excel). Обчислення похибок	3	2	-	-	-	1
Тема 3.2. Дослідження закономірностей руху тіла у рідині з використанням графічних засобів. Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса	2	-	-	2	-	-
Тема 3.3. Дослідження криволінійного руху і перевірка законів кінематики руху тіла, що кинуте під кутом до горизонту	2	-	-	2	-	-
Тема 3.4. Вивчення роботи фотоелемента та перевірка законів фотометрії	2	-	-	2	-	-
Тема 3.5. Вивчення роботи термоелемента та його градування	2	-	-	2	-	-
Тема 3.6. Вивчення властивостей провідників (температурного коефіцієнту опору міді) з використанням графічних засобів GeoGebra	2	-	-	2	-	-
Тема 3.7. Узагальнення за тематичним блоком 3 (підсумкова контрольна робота)	2	2	-	-	-	-
Разом за тематичним блоком 3	15	4	-	10	-	1
Всього годин:	64	32	10	10	-	12

**Додаток Д.2. Міжпредметні зв'язки фізики з навчальними дисциплінами
природничо-наукової та професійної підготовки студентів коледжів
техніко-технологічного напрямку**

Таблиця Д.2

Дисципліна	Зв'язок				
	теоретичний	понятійний	фактологічний	практичний	методологічний
1	2	3	4	5	6
Математика	Фізичний зміст похідної та інтегралу, градієнта, дивергенції, потоку, ротора, функціональна залежність, пропорційність, максимуми і мінімуми функції.	Швидкість, шлях, час, градієнт, функція, вектор, функціональна залежність, дивергенція, ротор, циркуляція, синусоїда, потік, точка, лінія, пряма, система координат, площа.	Співвідношення між величинами (пропорційність, середнє арифметичне).	Розрахунково-вимірвальні вміння, володіння креслярським інструментом, знання ІКТ, геометричні знання.	Теоретичні методи. Графічний метод (графіки, діаграми), математичні методи (диференціальні, інтегральні, векторні методи, координатний метод тощо), математичне моделювання, семіотичний метод.
Аналітична хімія	Оптика, молекулярна фізика, квантова фізика.	Температура, об'єм, фазові перетворення, показник заломлення, оптично активні речовини, поляризація, випромінювання, частота коливань, довжина хвилі, фотон.	Факти, що розкривають процеси і явища, які відбуваються під час фазових перетворень речовини, взаємодії випромінювання з речовиною, факти з геометричної оптики, фотометрії.	Розрахунково-вимірвальний	Спектроскопічні, оптичні, графічний, експериментальний, структурні методи, теоретичні методи, математичне моделювання.
Загальна електротехніка та електрообладнання	Електродинаміка	Поняття з електродинаміки, теорії поля. Енергія, робота, потужність, ККД. Провідники, напівпровідники.	Факти з теорій електричного поля, теорії кіл постійного й змінного струмів.	Розрахунково-вимірвальні, креслярські знання, знання загальних вимог до оформлення технічної документації.	Графічний, теоретичний, експериментальний, математичні методи, моделювання.

Продовження табл. Д.2

1	2	3	4	5	6
Технічна механіка	Кінематика, динаміка, статика. Теорія деформації.	Поняття кінематики і динаміки поступального й обертального рухів, статички. Робота, енергія, потужність. Поняття теорії деформацій.	Факти з теорії деформацій, динаміки, теорії рівноваги та дії сил.	Розрахунково-вимірjuвальний, креслярські знання, знання загальних вимог до оформлення технічної документації.	Графічний, теоретичний, експериментальний, математичні (диференціальні, інтегральні, векторні) методи, моделювання.
Загальна хімічна технологія	-	Речовина, температура, тиск, концентрація, ізотермічний, адіабатичний процеси.	-	Розрахунково-вимірjuвальний.	Ілюстративний, проектний, графічний, експериментальний, прогностичний, моделювання.
Обладнання підприємств галузі	Кінематика, динаміка механічні коливання.	Поняття кінематики і динаміки. Число Рейнольдса, теплові процеси, тиск.	Обладнання підприємств хімічної промисловості, механічні коливання.	Розрахунково-вимірjuвальні вміння, креслярські знання, знання вимог до оформлення технічної документації, ІКТ.	Графічний, експериментальний, теоретичні, математичні методи.
Технологія спецречовин з елементами балістики.	Механіка, механічні коливання. Термодинаміка.	Поняття механіки. Рух тіла під кутом до горизонту Реактивний рух, ККД термодинамічних машин, опір.	Факти з теорії реактивного руху, руху тіла, кинутого під кутом до горизонту.	Розрахунковий.	Математичні, теоретичні методи, ілюстративний.
Матеріалознавство	Теорія деформації. МКТ, вплив температури на фізичні властивості матеріалів. Елементи кінематики.	Поняття теорії деформації. Кристалічні тіла, діаграма стану, температура. Частота, період, швидкість.	Факти, які розкривають сутність фізичних явищ, що відбуваються в матеріалах при дії на них різних чинників.	Розрахунковий. Знання прийомів роботи з графічними зображеннями, технічною документацією.	Графічний (графіки, діаграми стану), теоретичні методи, методи емпіричного та математичного дослідження.

Продовження табл. Д.2

1	2	3	4	5	6
Технологія оболонки	Теорія деформації.	Основні поняття теорії деформації, сила, електроліз.	Факти з теорії деформації.	Розрахунково-вимірювальний, креслярські знання.	Графічний метод, математичні, моделювання.
Креслення	Кінематика, електродинаміка.	Вимірювальний інструмент, клас точності.	Принцип дії технічного механізму або споруди, робота електричної схеми.	Геометричні знання. Розрахунково-вимірювальні вміння, знання прийомів роботи з креслярськими та вимірювальними інструментами. Уміння роботи з ІКТ.	Графічний метод (метод графічних зображень, графічних проєкцій), семіотичний, метод моделювання.

Додаток Д.3. Освітні цілі та взаємозв'язок курсу фізики з дисциплінами фахового спрямування (за тематичними блоками)

Таблиця Д.3

Тема	Освітня мета	Дисципліни фахового спрямування
1	2	3
Тематичний блок 1 Фізичні основи механіки. Механічні коливання		
1.1	Ознайомити студентів з предметом і методами фізики, етапами експериментального дослідження, структурою дослідницької діяльності, поняттям ІКТ та КГ, використанням засобів КГ у навчанні фізики, графічним моделюванням найпростіших механічних задач. Розвивати критичне, наочно-образне, абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння та навички. Виховувати наполегливість, відповідальність, толерантність.	Інформатика, комп'ютерна техніка, математика, комп'ютерна графіка.
1.2	Актуалізувати теоретичні знання з механіки (основна задача механіки, матеріальна точка, механічний рух, система відліку, відносність руху, траєкторія). Ознайомити студентів із способами опису руху тіла (координатний, векторний), розкрити сутність поступального та обертального рухів та їх кінематичних характеристик, показати використання графічного методу (векторних діаграм) під час розв'язування задач з механіки поступального та обертального рухів на прикладі кривошипно-кулісного механізму. Розвивати увагу, наочно-образне, абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння й навички. Виховувати графічну культуру, самостійність, позитивне ставлення до навчання, відповідальність та толерантність.	Інформатика, технічна механіка, математика.

Продовження табл. Д.3

1	2	3
1.3	<p>Озброїти сучасними засобами дослідження фізичних явищ і процесів. Ознайомити з потенціалом ППЗ GRAN під час вивчення фізичних явищ і процесів. Сформуванню вміння розв'язувати кінематичні задачі з використанням динамічної математичної програми GRAN, сприяти формуванню навичок використання графічного методу дослідження кінематичних характеристик руху тіла.</p> <p>Розвивати увагу, критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, лапідарність, вміння працювати з системами КГ, графоаналітичні уміння і навички, здатність до застосування знань у майбутній професійній діяльності.</p> <p>Виховувати графічну та інформаційну культури, наполегливість, творчість, самостійність, здатність до рефлексії, саморозвитку, самоосвіти, самореалізації.</p>	<p>Інформатика, математика, технічна механіка, комп'ютерна графіка.</p> <p>Обладнання підприємств галузі, теорія машин і механізмів.</p>
1.4	<p>Озброїти студентів знаннями з динаміки поступального та обертального рухів (кінематичні характеристики, поняття роботи та енергії). Розкрити зв'язок між динамічними характеристиками поступального і обертального рухів.</p> <p>Розвивати абстрактно-логічне, критичне мислення, науковий стиль мислення, увагу.</p> <p>Виховувати наполегливість, відповідальність, позитивне ставлення до навчання.</p>	<p>Математика, технічна механіка.</p>
1.5	<p>Поглибити знання студентів про закони збереження енергії та імпульсу в механіці. Уточнити знання з закону збереження енергії в механіці на основі його графічної інтерпретації.</p> <p>Розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графічну культуру, графоаналітичні вміння.</p> <p>Виховувати увагу, прагнення до одержання знань, вміння працювати в колективі.</p>	<p>Інформатика, технічна механіка, математика.</p>
1.6	<p>Поглибити знання з динаміки поступального та обертального рухів на основі вивчення її законів з використанням засобів комп'ютерної графіки GeoGebra, зокрема інтерактивної моделі «Маятник Обербека», що дозволить застосувати одержані вміння під час розрахунку різних видів передач, потужності механізмів. Моделюванням прямолінійного рівноприскореного руху сформуванню вміння використовувати фізичні знання як у предметній, так й у професійній діяльності, зокрема під час проектування спускного пристрою гравітаційного транспорту.</p> <p>Розвивати критичне, дивергентне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графічну та інформаційну культури, комп'ютерну грамотність, графоаналітичні вміння, професійне мислення, вміння працювати з системами КГ.</p> <p>Виховувати наполегливість, увагу, жагу до знань, здатність до рефлексії, саморозвитку, самоосвіти, самореалізації.</p>	<p>Математика, технічна механіка, теорія механізмів і машин, комп'ютерна графіка, комп'ютерна техніка, інформатика.</p>
1.7	<p>Показати важливість вивчення коливань для майбутніх фахівців техніко-технологічного профілю. Ознайомити з рівнянням та кінематичними характеристиками гармонічних коливань. Розкрити фізику коливань математичного, пружинного та фізичного маятників; розглянути загасаючі та вимушені коливання, поняття резонансу, особливості додавання коливань.</p>	<p>Математика, теорія механізмів і машин, деталі машин, обладнання підприємств галузі.</p>

Продовження табл. Д.3

1	2	3
1.7	Розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графічну та інформаційну культури, культуру спілкування. Виховувати увагу, формувати свідоме ставлення до майбутньої професійної діяльності, повагу до людини.	
1.8	Дослідити гармонічні коливання на основі графічного моделювання СКМ Mathcad. Сформувати уміння і навички дослідницької діяльності, використання програмного забезпечення комп'ютерної графіки під час вирішення предметних завдань; озброїти методологічним знанням. Розвивати наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння, науковий стиль мислення, графічну та інформаційну культури, комп'ютерну грамотність. Виховувати самостійність, увагу, здатність до рефлексії.	Математика, інформатика, комп'ютерна графіка.
1.9	Ознайомити студентів з основами механіки рідин і газів, законами гідростатики, рівнянням Бернуллі, формулою Стокса, з поняттями стаціонарного потоку та в'язкості. Розвивати критичне, абстрактно-логічне мислення, графічну та інформаційну культури. Виховувати увагу, формувати свідоме ставлення до майбутньої професійної діяльності, повагу до людини.	Фізична хімія, математика.
1.10	Ознайомити з видами деформацій та їх впливом на конструкційні частини технічного обладнання. Розкрити поняття механічної напруги, модуля пружності, відносної деформації; озброїти знаннями з закону Гука. Показати за допомогою діаграми розтягу фізику процесів деформації. Через дослідження умови міцності деталей розкрити зв'язок фізики з майбутньою професійною діяльністю. Узагальнити знання за тематичним блоком (презентація інфографіки, mind map; тести). Розвивати критичне мислення, лапідарність мислення, графоаналітичні вміння, графічну культуру. Виховувати увагу, самостійність, формувати свідоме ставлення до майбутньої професійної діяльності, здатність до саморозвитку, самоосвіти, вміння працювати в колективі.	Математика, комп'ютерна графіка, технічна механіка, обладнання підприємств галузі, теорія механізмів і машин.
Тематичний блок 2 Елементи статистичної фізики, основи термодинаміки. Електродинаміка. Елементи оптики та фотометрії.		
2.1	Ознайомити з основними поняттями, законами і методами статистичної фізики і термодинаміки на основі порівняльного аналізу, надати графічну інтерпретацію ізопроцесів, розподілу молекул за швидкостями. Розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння, професійне мислення, науковий стиль мислення, графічну та інформаційну культури. Виховувати увагу, формувати свідоме ставлення до майбутньої професійної діяльності.	Технологія спецречовин з елементами балістики, фізична хімія, математика.
2.2	Поглибити знання з газових законів через графічний аналіз піротехнічного явища пострілу. Дослідити зміну тиску газу певної маси (при сталій температурі) із зміною об'єму, перевірити виконання закону Бойля-Маріотта, сформувати вміння й навички експериментаторської діяльності та використання сучасного цифрового лабораторного обладнання та комп'ютерної техніки.	Комп'ютерні технології, математика.

Продовження табл. Д.3

1	2	3
2.2	Розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння, інформаційну культуру. Виховувати увагу, наполегливість, творчість, самостійність, прагнення до одержання знань, здатність до рефлексії, саморозвитку, самоосвіти, самореалізації.	Інформатика, технологія спецречовин з елементами балістики.
2.3	Актуалізувати знання з законів термодинаміки, дати поняття теплової та холодильної машин. Розкрити принципи роботи теплової та холодильної машин за допомогою їх графічного моделювання з використанням програми GeoGebra. Показати застосування теплових і холодильних машин у професійній діяльності студента, розглянути дію теплового насоса. Розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, лапідарність мислення, графоаналітичні вміння, графічну та інформаційну культури. Виховувати увагу, формувати свідоме ставлення до майбутньої професійної діяльності, здатність до саморозвитку, самоосвіти, самореалізації, колективізм, формувати свідоме ставлення до майбутньої професійної діяльності	Математика, обладнання підприємств галузі, технологія спецречовин з елементами балістики, фізична хімія, комп'ютерна техніка.
2.4	Порівняти властивості реальних та ідеальних газів, дати поняття критичного стану речовини, ознайомити з рівнянням Ван дер Ваальса та його графічною інтерпретацією за допомогою GeoGebra, розкрити відмінність теоретичних та експериментальних ізотерм; ознайомити студентів з діаграмами стану речовин. Розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння, графічну, інформаційну культури. Виховувати увагу, формувати зацікавленість предметом навчання, здатність до рефлексії, саморозвитку, самоосвіти, самореалізації.	Фізична хімія, математика, інформатика, комп'ютерна графіка, аналітична хімія
2.5	Ознайомити студентів з характеристиками струму, ЕРС джерела енергії, законом Ома для неоднорідної ділянки кола, роботою струму. Актуалізувати знання з законів паралельного і послідовного з'єднання провідників, явища короткого замикання. Перевірити виконання закону Ома для повного кола та дослідити паралельне і послідовне з'єднання провідників за допомогою графічних засобів GRAN, GeoGebra. Формувати вміння та навички використання систем КГ під час дослідження фізичних явищ і процесів. Розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння, лапідарність мислення, графічну та інформаційну культури. Виховувати наполегливості, здатність до рефлексії, уваги, позитивне ставлення до навчання.	Загальна електротехніка та електрообладнання, математика, інформатика, комп'ютерна графіка, комп'ютерні технології.
2.6	Сформувати знання з особливостей процесу протікання струму в електролітах, вакуумі, газах, напівпровідниках, надати знання з термоелектричних явищ Розвивати критичне, абстрактно-логічне мислення, лапідарність мислення, графічну, інформаційну культури. Виховувати культуру спілкування, здатність до рефлексії, увагу, позитивне ставлення до навчання, толерантність.	Загальна електротехніка та електрообладнання, математика.

Продовження табл. Д.3

1	2	3
2.7	<p>Сформувати знання з властивостей напівпровідників. Розкрити конструкцію та принцип роботи напівпровідникового діода. За допомогою цифрового лабораторного комплексу Register Data Logger та його програмного забезпечення Register iLab дослідити властивості напівпровідникового діода, побудувати його вольт-амперну характеристику. Сформувати вміння та навички роботи на сучасному цифровому обладнанні.</p> <p>Розвивати критичне мислення, графічну та інформаційну культури, комп'ютерну грамотність, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, естетичний смак, творчість.</p> <p>Виховувати відповідальність, наполегливість, рефлексію, здатність до самоосвіти, самореалізації, взаємоповагу.</p>	<p>Загальна електротехніка та електрообладнання, математика, інформатика, комп'ютерна графіка, комп'ютерні технології.</p>
2.8	<p>Сформувати сучасні уявлення про природу світла, надати знання з інтерференції, дифракції, дисперсії та поляризації світла.</p> <p>Розвивати критичне, дивергентне мислення, інформаційну культуру, графоаналітичні вміння, самостійність.</p> <p>Виховувати наполегливість, відповідальність за одержані результати, здатність до рефлексії, саморозвитку, самореалізації, увагу, жагу до знань.</p>	<p>Аналітична хімія, математика</p>
2.9	<p>Поглибити знання з геометричної оптики, з інтерференції на тонких плівках, розкрити поняття і закони фотометрії. Узагальнити знання за тематичним блоком (презентація інфографіки, mind map).</p> <p>Розвивати критичне, дивергентне мислення, графічну, інформаційну культури, комп'ютерну грамотність графоаналітичні вміння.</p> <p>Виховувати наполегливість, відповідальність за одержані результати, здатність до рефлексії, саморозвитку, самореалізації, увагу.</p>	<p>Аналітична хімія, інформатика, математика, комп'ютерна графіка, комп'ютерні технології.</p>
Тематичний блок 3 Лабораторний практикум		
3.1	<p>Ознайомити зі структурою експерименту, сучасними засобами експериментальних досліджень, видами та обчисленням похибок експериментальних результатів. Показати можливість та переваги використання програмних засобів GRAN, GeoGebra для графічної інтерпретації результатів експериментальних досліджень.</p> <p>Розвивати критичне мислення, графічну та інформаційну культуру, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння.</p> <p>Виховувати увагу, наполегливість, відповідальність за одержані результати, здатність до рефлексії, саморозвитку, самореалізації, позитивне відношення до предмету діяльності, толерантність.</p>	<p>Інформатика, математика, комп'ютерна графіка, комп'ютерна техніка, комп'ютерні технології.</p>
3.2	<p>Вивчити особливості внутрішнього тертя малов'язких рідин в умовах ламінарної течії за постійної температури, визначити коефіцієнт в'язкості рідини через швидкість падіння в ній кульки (метод Стокса). Оволодіти методами та засобами КГ з метою обробки, зберігання та інтерпретації експериментальних результатів; навичками роботи з лабораторним обладнанням.</p>	<p>Інформатика, процеси і апарати хімічної промисловості, фізична хімія, математика, комп'ютерна графіка.</p>

Продовження табл. Д.3

1	2	3
3.2	<p>Розвивати науковий стиль мислення, критичне мислення, лапідарність, графічну культуру, комп'ютерну грамотність наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння, наполегливість.</p> <p>Виховувати самостійність, відповідальність за одержані результати, увагу, здатність до рефлексії, саморозвитку, самореалізації, позитивне відношення до предмету діяльності.</p>	Комп'ютерна техніка, комп'ютерні технології.
3.3	<p>Провести аналітичне і графічне дослідження криволінійного руху тіла на прикладі руху тіла, що кинуте під кутом до горизонту та перевірити виконання його законів. Оволодіти методами та засобами КГ з метою обробки, зберігання й інтерпретації експериментальних результатів; навичками роботи з лабораторним устаткуванням.</p> <p>Розвивати критичне мислення, дивергентність, комп'ютерну грамотність, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння.</p> <p>Виховувати наполегливість, самостійність, відповідальність за одержані результати, здатність до рефлексії, саморозвитку, самореалізації, позитивне відношення до предмету діяльності.</p>	Інформатика, технологія спецречовин з елементами балістики, математика, комп'ютерна графіка, комп'ютерна техніка.
3.4	<p>Вивчити роботу фотоелемента та перевірити виконання законів освітленості. Оволодіти методами та засобами КГ з метою обробки, зберігання й інтерпретації експериментальних результатів; навичками роботи з лабораторним устаткуванням.</p> <p>Розвивати критичне мислення, дивергентність, комп'ютерну грамотність, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння.</p> <p>Виховувати наполегливість, відповідальність за одержані результати, здатність до рефлексії, саморозвитку, самореалізації, позитивне відношення до предмету діяльності.</p>	Інформатика, аналітична хімія, охорона праці, математика, комп'ютерна графіка, комп'ютерні технології.
3.5	<p>Ознайомити з термоелектричними явищами та побудувати градууювальний графік для терморпарі, визначити її термоелектрорушійну силу. За побудованим графіком визначити температуру нагрітого тіла. Оволодіти методами та засобами КГ з метою обробки, зберігання й інтерпретації експериментальних результатів; навичками роботи з лабораторним устаткуванням.</p> <p>Розвивати критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, графоаналітичні вміння, науковий стиль мислення, комп'ютерну грамотність.</p> <p>Виховувати увагу, дисциплінованість, здатність до рефлексії, саморозвитку, самореалізації, жагу до знань.</p>	Загальна електротехніка та електрообладнання, інформатика, математика, комп'ютерна графіка, комп'ютерна техніка, комп'ютерні технології.
3.6	<p>Встановити залежність опору металевго провідника від температури, знайти температурний коефіцієнт опору міді. Оволодіти методами та засобами КГ з метою обробки, зберігання й інтерпретації експериментальних результатів; навичками роботи з лабораторним устаткуванням.</p> <p>Розвивати науковий стиль мислення, критичне, наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, лапідарність, дивергентність, графоаналітичні вміння, професійне мислення, комп'ютерну грамотність, науковий стиль мислення, графічну культуру.</p>	Загальна електротехніка та електрообладнання, інформатика, математика, комп'ютерна графіка, комп'ютерні технології.

Продовження табл. Д.3

1	2	3
3.6	Виховувати самостійність, відповідальність за одержані результати, здатність до рефлексії, саморозвитку, самореалізації, позитивне відношення до предмету діяльності.	
3.7	Узагальнити вміння та навички розв'язування фізичних завдань з використанням систем КГ.	
	Розвивати наочно-образне та абстрактно-логічне мислення, критичне мислення, графоаналітичні вміння, графічну та інформаційну культури.	
	Виховувати наполегливість, самостійність, увагу, здатність до рефлексії.	

**Додаток Д.4. Методи та дидактичні засоби в курсі фізики
за темами робочої навчальної програми**

Таблиця Д.4

Тема	Характер взаємодії студентів	Методи навчання	Дидактичні засоби, ТЗН
1	2	3	4
1.1	фронтальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, презентація, методичні рекомендації «Графічне моделювання фізичних явищ і процесів»
1.2	фронтальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний, частково-пошуковий	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, анімація «Кривошипно-кулісний механізм»
1.3	колективна, фронтальна, індивідуальна	частково-пошуковий, проблемний, дослідницький	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, ППЗ GRAN, комп'ютерні графічні моделі кінематичних задач, методичні рекомендації «Графічне моделювання фізичних явищ і процесів»
1.4	фронтальна	пояснювально-ілюстративний	підручник, ілюстрації, таблиця
1.5	фронтальна	пояснювально-ілюстративний. частково-пошуковий, проблемний	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra. Інтерактивні анімації «Падіння тіла на пружину. Зміна енергії системи Земля-тіло-пружина», презентація, методичні вказівки
1.6	фронтальна, колективна, групова	пояснювально-ілюстративний. частково-пошуковий, проблемний, дослідницький	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra. Інтерактивні анімації «Маятник Обербека», «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху», методичні вказівки

Продовження табл. Д.4

1	2	3	4
1.7	колективна, фронтальна	частково-пошуковий, проблемний, пояснювально-ілюстративний,	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, цифровий лабораторний комплекс з фізики Register Data Logger, програмний пакет Register iLab, інструкція
1.8	індивідуальна, колективна	дослідницький	комп'ютерна техніка, програмний засіб СКМ Mathcad, аплет сайту https://www.walter-fendt.de/html5/phru/resonance_ru.htm
1.9	фронтальна	пояснювально-ілюстративний	підручник, ілюстрації, таблиця
1.10	колективна, фронтальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний, частково-пошуковий	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra, ілюстрація розв'язку професійно орієнтованої задачі
2.1	колективна, фронтальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка
2.2	колективна, індивідуальна, групова	пояснювально-ілюстративний, проблемний, частково-пошуковий, дослідницький	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra, інтерактивна анімація «Динамічна ілюстрація явища пострілу». Цифровий лабораторний комплекс з фізики Register Data Logger, програмний пакет Register iLab, інструкція
2.3	колективна, фронтальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний, частково-пошуковий	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra, інтерактивна анімація «Теплові машини. Цикл Карно»
2.4	колективна, фронтальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний, частково-пошуковий	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra, інтерактивна анімації «Реальні гази»
2.5	групова, колективна, фронтальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний, частково-пошуковий	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra, GRAN, інтерактивна анімація «Перевірка виконання закону Ома для повного кола»
2.6	фронтальна	пояснювально-ілюстративний	підручник, ілюстрації, таблиця
2.7	колективна, фронтальна, індивідуальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний, частково-пошуковий	цифровий лабораторний комплекс з фізики Register Data Logger, програмний пакет Register iLab, інструкція
2.8	фронтальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний	підручник, ілюстрації, таблиця, прилад «Кільця Ньютона», проектор, дифракційна решітка, спектроскоп

Продовження табл. Д.4

1	2	3	4
2.9	колективна, фронтальна, індивідуальна	пояснювально-ілюстративний, дослідницький	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra, анімація «Демонстрація закону заломлення світла»
3.1	колективна, фронтальна, індивідуальна	пояснювально-ілюстративний, проблемний, дослідницький, частково-пошуковий	мультимедійний проектор, комп'ютерна техніка, інтерактивна дошка, програма GeoGebra, GRAN, презентація
3.2	індивідуальна	дослідницький	скляний циліндр з рідиною, секундомір, мікрометр, набір кульок певної густини, лінійка, методичні вказівки в середовищі Mathcad
3.3	індивідуальна	дослідницький	балістичний пістолет з набором пружин і снарядів, масштабна лінійка, штатив з муфтою, секундомір, мобільний телефон, методичні вказівки в середовищі Mathcad
3.4	індивідуальна	дослідницький	прилад для вивчення законів фотометрії, мікроамперметр, джерело постійного струму 4В, з'єднувальні провідники, ключ, методичні вказівки в середовищі Mathcad
3.5	індивідуальна	дослідницький	термоелемент (термопара), мультиметри, електроплитка, нагріте тіло, електронні методичні вказівки в середовищі Mathcad
3.6	індивідуальна	дослідницький	прилад для вимірювання температурного коефіцієнта опору мідної дротини, мультиметр, термопара, електроплитка, штатив з муфтою і лапкою, посудина з водою, комплект з'єднувальних проводів, програма GeoGebra
3.7	індивідуальна	дослідницький	комп'ютерна техніка, програми GeoGebra, GRAN, завдання до роботи.

Додаток Е

Дидактичний матеріал у формуванні предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку

Додаток Е.1. Геометрично-графічний метод розв'язування фізичних задач

Задача (ЗНО – 2010).

З двох пунктів одночасно назустріч одна одній вийшли дві групи туристів, які зустрілися о 12-й годині того самого дня, після чого кожна з груп продовжила свій рух з попередньою швидкістю. Визначте о котрій годині вийшли групи туристів, якщо одна з них прийшла в пункт, з якого вийшла друга група, о 16-й годині, а інша група прийшла в пункт, з якого вийшла перша, о 21-й годині. Рух обох груп вважайте прямолінійним рівномірним. Час виходу груп запишіть числом у годинах.

Розв'язання: у системі координат побудуємо графічну модель задачі (рис. Е.1). Нехай відрізки BC та AD ілюструють рух двох груп туристів. τ – час, який пройшов з моменту виходу двох туристичних груп з пунктів А та В до їх зустрічі. Відстань між пунктами дорівнює довжині відрізка ОК.

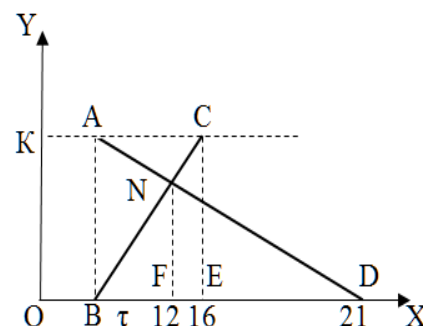


Рис. Е.1. Графічна модель

З подібності трикутників ABD та NFD випливає, що $\frac{AB}{NF} = \frac{\tau+9}{9}$; а з подібності трикутників BCE та BNF – $\frac{CE}{NF} = \frac{\tau+4}{\tau}$. Оскільки $AB=CE$, то прирівнюємо праві частини рівностей: $\frac{\tau+4}{\tau} = \frac{\tau+9}{9}$. Отже, $\tau^2 = 36$, $\tau = 6(\text{год})$; $12 \text{ год} - 6 \text{ год} = 6 \text{ год}$. Відповідь: 6 год.

Додаток Е.2. Графічний метод розв'язування задач

Розв'язати самостійно:

1. Кінематичне рівняння руху матеріальної точки має вигляд: $x=t$, $y=2t^2$. За накресленою траєкторією знайдіть переміщення матеріальної точки в інтервалі від 0 до $2s$.

2. За графіком залежності $\omega(t)$ (рад/с) (рис. Е.2) матеріальної точки визначте кількість її обертів за 8с .

Література: Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике: Учеб. пособие для студентов вузов.

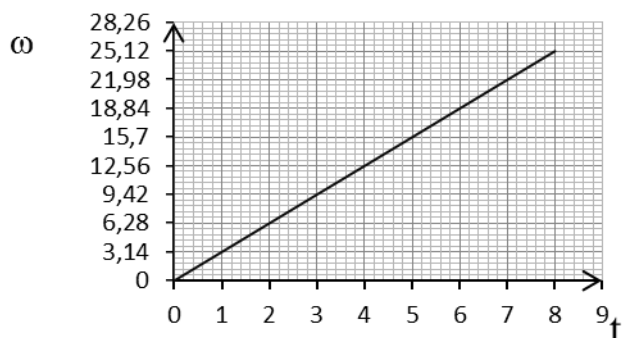


Рис. Е.2. Графічна модель до задачі № 2

6-е изд., перераб. и доп. М.: Интеграл-Пресс, 1997. 544 с.

Додаток Е.3. Координатно-графічний метод розв'язування фізичних задач

Задача. Залежність потенціальної енергії від висоти, що вільно падає, подано на графіку (рис. Е.3). На якій висоті його кінетична енергія буде дорівнювати потенціальній (опором повітря знехтувати)?

Розв'язання: відповідно закону збереження енергії будемо схематично графік залежності $E_k(h)$. Знаходимо точку перетину графіків залежностей $E_p(h)$ й $E_k(h)$. Відповідь: $0,55\text{м}$.

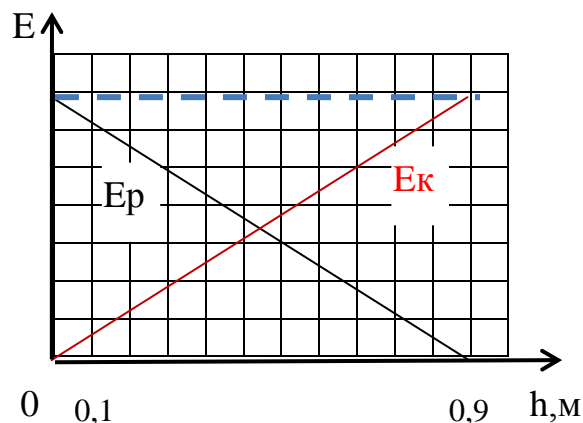


Рис. Е.3. Графічна модель задачі

Додаток Е.4. Графічне представлення механічної енергії.

Закон збереження і перетворення енергії

Одним із фундаментальних понять механіки є поняття механічної енергії. Енергія, як кількісна міра різних форм руху матерії й взаємодії тіл, постає загальною характеристикою стану фізичних тіл і полів, для опису якого має сенс користуватися не тільки аналітичним його аналізом. У багатьох випадках характер поведінки матерії, зокрема механічної системи, можна проілюструвати графічно. Найбільш поширеними є графіки, в яких енергія є функцією однієї змінної. Так, графік залежності потенціальної енергії від деякого аргументу

(наприклад, відстані між взаємодіючими тілами, координати x) називається потенціальною кривою.

Прикладом найпростішої потенціальної кривої, яка описує одномірний рух частинки між точками А та В (рух кульки, прикріпленої до кінця пружини, з отвором по діаметру), що ковзає без тертя по горизонтальній прямій, є графік залежності потенціальної енергії від деформації $E_n(x)$ (рис. Е.4.1). Треба зазначити, що точка x_0 відповідає мінімуму потенціальної енергії та називається точкою стійкої рівноваги.

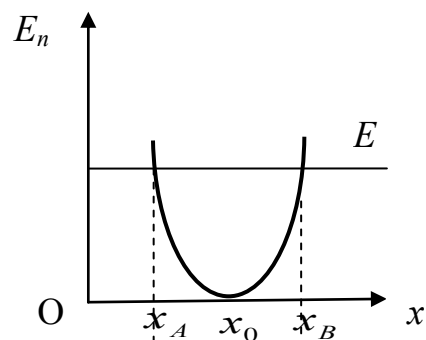


Рис. Е.4.1. Потенціальна крива одномірного руху частинки

Рівновага буде стійкою, коли під час виводу механічної системи з цього стану виникають внутрішні сили, що намагаються повернути систему в попередній стан. Виведення системи зі стану рівноваги, що відповідає деформації пружини (вліво, вправо від x_0), призводить до повернення її в положення x_0 . Якщо ж найменший зовнішній вплив порушує стан системи, така рівновага є нестійкою.

Точки x_A та x_B визначають максимально можливу деформацію, яка відповідає максимальній потенціальній енергії $E_n = \frac{kx_{\max}^2}{2} = E$, що дорівнює повній механічній енергії (система консервативна). У точці x_0 система має максимальну

кінетичну енергію, яка дорівнює повній механічній енергії $E_k = \frac{mV_{\max}^2}{2} = E$.

Перетин горизонтальної прямої, що відповідає повній механічній енергії, з потенціальною кривою на рисунку 1 показує межі можливих деформацій. У такому випадку говорять про знаходження тіла в потенціальній ямі з координатами $x_A \leq x \leq x_B$ без можливості виходу за їх межі. Точки x_A та x_B називаються точками повороту, а рух – фінітним.

Відповідно до закону збереження енергії для консервативних систем під час руху кульки відбуваються взаємоперетворення кінетичної і потенціальної енергій так, що $E = E_n + E_k$. Це пояснює неможливість набуття системою від'ємної

кінетичної енергії та вихід тіла за межі потенціальної ями. Для такого виходу необхідно системі надати додаткову енергію.

Потенціальну криву можна побудувати для будь-якої консервативної системи. У якості прикладу потенціальної кривої можна також навести графік залежності потенціальної енергії тіла, що знаходиться у гравітаційному полі Землі, від його відстані від центру Землі (рис. Е.4.2): $E_n = -G \frac{M_3 m}{r}$. У загальному випадку потенціальна крива може мати будь-який вигляд (рис. Е.4.3).

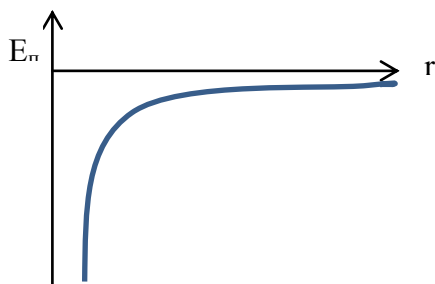


Рис. Е.4.2 Графік залежності потенціальної енергії тіла у гравітаційному полі Землі

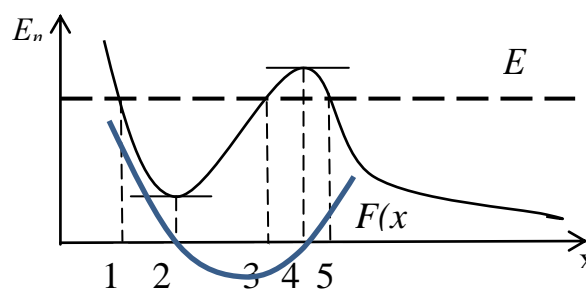


Рис. Е.4.3. Потенціальна крива

Елементарна робота потенціальної сили визначається як зменшення потенціальної енергії $dA = Fdx = -dE_n$. Якщо потенціальна енергія зростає, то $F < 0$ і є силою притягання. Якщо енергія зменшується, то $F > 0$ і є силою відштовхування (рис. Е.4.3).

Точка 2 та 4 – точки мінімуму і максимуму енергії. Через те, що $F = \frac{dE_n}{dx} = \text{tg}\alpha$, то у точках мінімуму і максимуму $F=0$ ($\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$). Слідуює, що $\text{tg}\alpha=0$ і дотична, проведена до графіка $E_n(x)$ у точках 2 та 4, буде паралельна осі x. Точки 2 і 4 – точки рівноваги. Точка 4 відповідає стану нестійкої рівноваги. Якщо E – повна енергія, то частинка може знаходитися в тих областях, де $E_n < E$. До таких областей відносяться 1–3 і 5– ∞ . Переходу між ними заважає потенціальний бар'єр 3–5, висота якого дорівнює $E_{\text{max}} - E$. Точки перетину рівня повної енергії з потенціальною кривою називаються точками повернення.

У курсі фізики для коледжів поряд з поширеними методами графічного описання фізичних явищ має сенс користуватися більш «універсальними засобами й прийомами», які дозволяють розглядати будь-які явища – від найпростіших до найскладніших. Ці прийоми реалізують такі функції графічного методу, як наочність, інформативність, професіоналізація, інтеграція навчання, урізноманітнення форм опрацювання й подання матеріалу. До універсальних засобів вивчення фізичних процесів і явищ відноситься метод фазових площин. Якщо взяти площину та на ній показати сукупність усіх можливих станів динамічної системи, яким відповідають точки цієї площини, то така площина називається фазовою площиною.

Фазова площина показує залежність між деякою величиною X та швидкістю її зміни (залежність $v(x)$, $a(v)$, $p(x)$ тощо). Траєкторію, яку описує точка фазової площини, відтворюючи картину зміни стану системи, називають фазовою траєкторією, а сукупність таких фазових траєкторій задає фазовий портрет системи.

Для тіла – кульки, прикріпленої до кінця пружини, що ковзає без тертя по горизонтальній прямій, можна побудувати, користуючись математичними додатками, фазову траєкторію (рис. Е.4.4). Рівняння руху системи є рівнянням вільних незатухаючих коливань

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0.$$

Фазова траєкторія та фазовий портрет системи дозволяє якісно

описати характер її руху. Положення $\frac{d}{dt}x(t) = 0$ та $x(t) = 0$ на фазовій траєкторії називається особливою точкою і відповідає стану стійкої рівноваги, замкненість траєкторії говорить про періодичність руху.

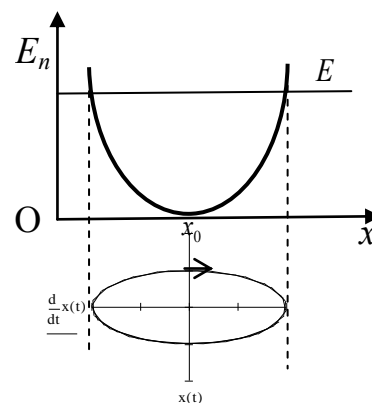
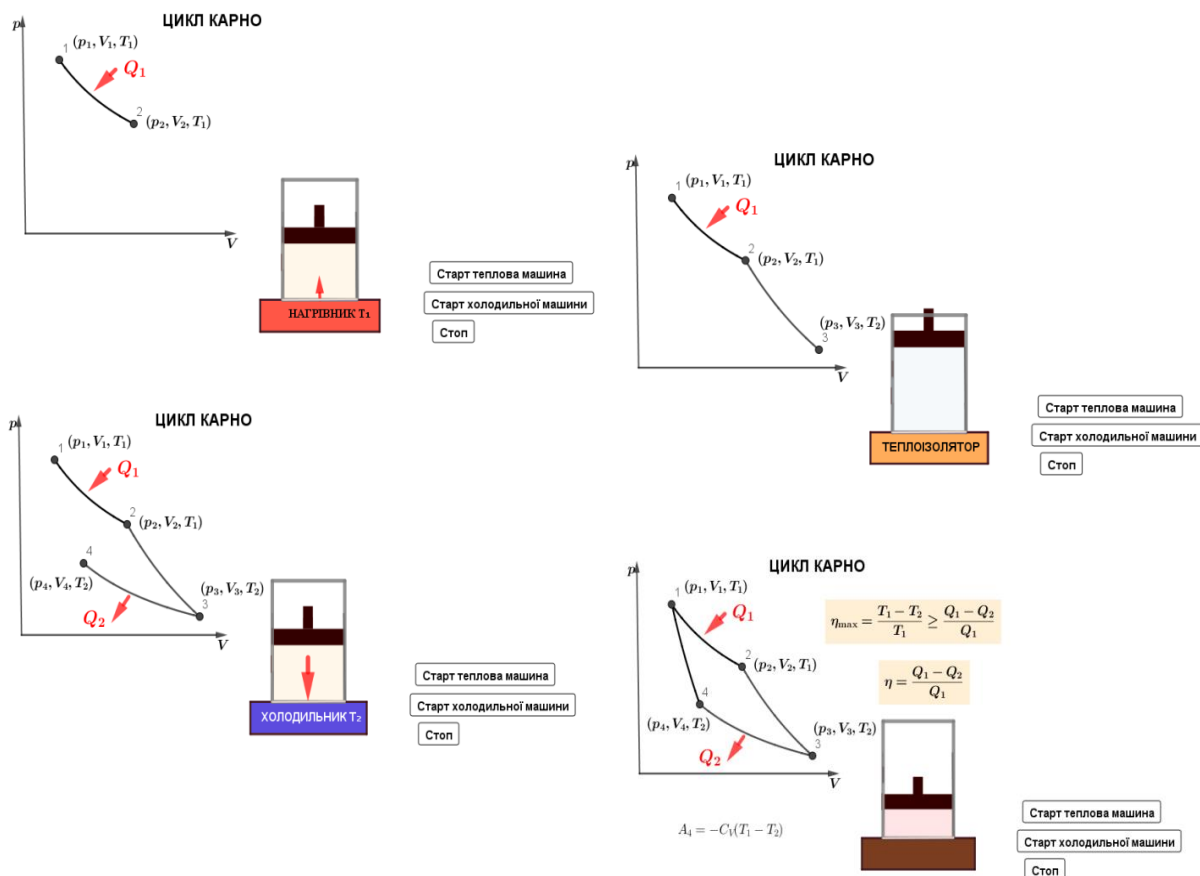


Рис. Е.4.4. Потенціальна крива та фазова траєкторія одномірного руху кульки на пружині

Додаток Е.5. Динамічна модель «Теплові машини. Цикл Карно»



Додаток Е.6. Матеріали для експрес-контролю знань студентів за темою «Теплові машини. Цикл Карно»

1. У чому полягає перший закон термодинаміки ?
2. Які перетворення енергії відбуваються в тепловій машині? Які обмеження накладаються на такі перетворення? Чому?
3. Що стверджує другий закон термодинаміки ?
4. Який термодинамічний процес називається циклічним (коловим) ?
5. Які обов'язкові елементи повинна мати теплова машина? Який її принцип дії?
6. За якою формулою визначається ККД теплової машини?
7. Який тепловий процес називається необоротним? Назвіть чинники необоротності теплових процесів. Який тепловий процес є оборотним?
8. Який цикл називається циклом Карно?

9. Чому дорівнює площа обмежена циклом роботи теплової машини на P, V -діаграмі ? Чому дорівнює ККД цього циклу ?
10. Про що свідчить порівняння ККД ідеальної та реальної теплових машин ?
11. Назвіть шляхи підвищення ККД теплової машини.
12. На яких спільних теоретичних засадах побудований принцип роботи холодильної та теплової машин ? У чому їх відмінність ?
13. Який принцип дії холодильної машини ?
14. Про що говорить від'ємне значення різниці теплоти Q_2 , що передається робочому тілу від об'єкта охолодження, і теплоти Q_1 , що робоче тіло віддає оточуючому середовищу в холодильній машині ?
15. Що характеризує холодильний коефіцієнт ? Як його визначити ?
16. Які значення може набувати холодильний коефіцієнт ?
17. Назвіть основні елементи конструкції холодильної установки та функції, які вони виконують ?
18. Чи можна охолодженням довколишніх тіл перетворити відібрану в них теплоту у роботу ? Відповідь обґрунтуйте.
19. Яка машина називається вічним двигуном другого роду ?

Додаток Е.7. Контрольні запитання до моделі поведінки реальних газів із залученням програмно-апаратних засобів КГ Mathcad

1. Якими законами фізики можна описати властивості реальних газів, параметри яких (температура та тиск) близькі до нормальних ?
2. Як впливатиме на властивості реальних газів підвищення тиску газу і зменшення його температури (у порівнянні з нормальними параметрами) ?
3. Назвіть причини відхилення властивостей реального газу від властивостей ідеального за параметрів, що відрізняються від нормальних ?
4. Що характеризує поправка до об'єму b ?
5. Що характеризує поправка до тиску a ? Від чого вона залежить ?
6. Що показує рівняння Ван-дер-Ваальса ?
7. Який стан називається критичним станом речовини ?

8. Якому стану речовини відповідає ділянка АВ ізотерми Ван-дер-Ваальса (рис. Е.7.1) ?

9. Якому стану речовини відповідає ділянка CD ізотерми Ван-дер-Ваальса (рис. Е.7.1) ?

10. Якому стану речовини відповідає ділянка СВ ізотерми Ван-дер-Ваальса (рис. Е.7.1) ?

11. Які стани речовини характеризуються ділянками Cf, fd та dВ ізотерми Ван-дер-Ваальса (рис. Е.7.2) ? Дайте характеристику цим станам.

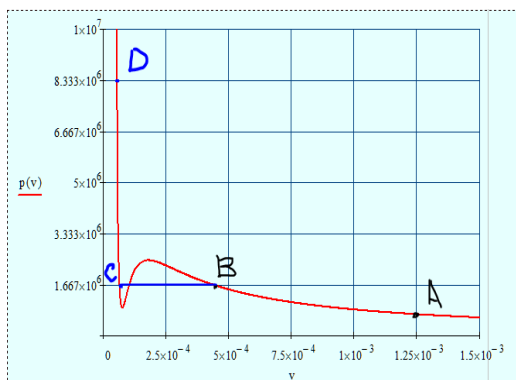


Рис. Е.7.1. Графічна модель реального газу до запитань 8-10

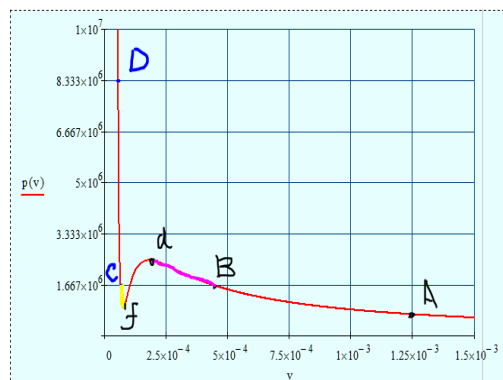


Рис. Е.7.2. Графічна модель реального газу до запитання 11

12. Яким станам речовин відповідають області 1, 2, 3, 4 на рисунку Е.7.3?

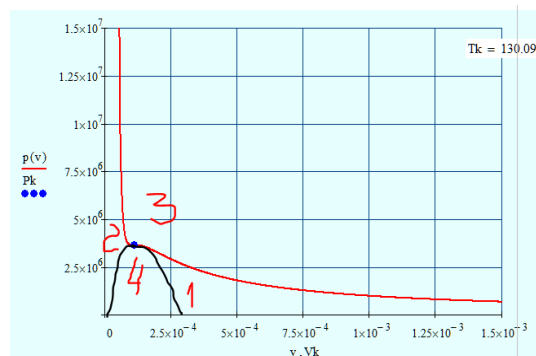
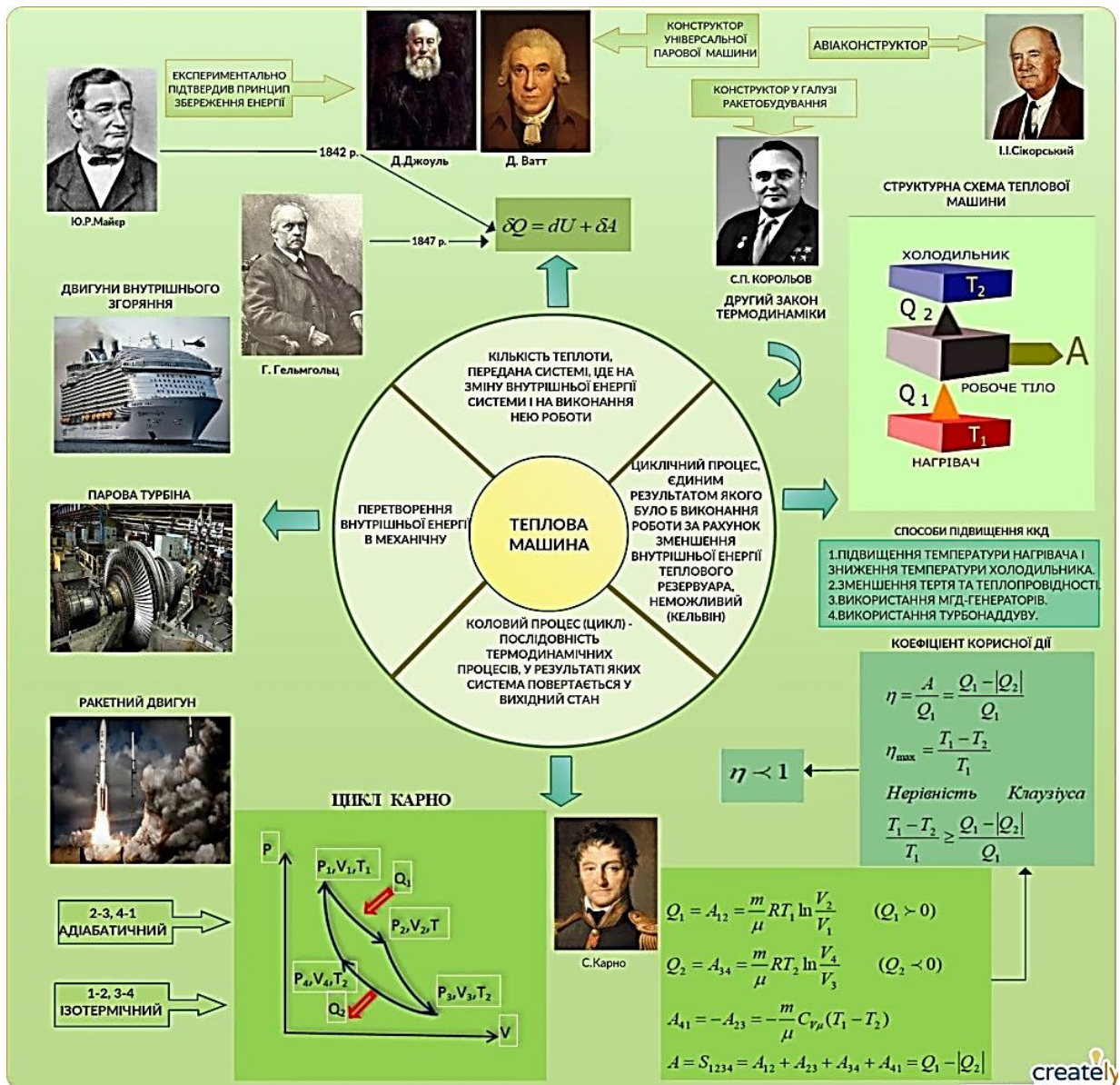


Рис. Е.7.3. Графічна модель реального газу до запитання 12

Додаток Е.8. Інфографіка «Теплова машина»



Додаток Е.9. Моделювання гармонічних коливань за допомогою систем комп'ютерної алгебри

Завдання 1. Гармонічні коливання. Швидкість і прискорення гармонічних коливань.

1. Відкрийте вікно програми Mathcad. Через вкладку Вставка → Регіон тексту у вікні програми додайте текст «Практичне заняття №», обравши шрифт Times New Roman та розмір шрифту 12.

2. Створивши новий регіон тексту, додайте текст «1. Гармонічні коливання. Швидкість і прискорення гармонічних коливань».

3. За допомогою клавіатури та панелей інструментів Greek (Грецьких літер), Calculator (Калькулятор) введіть рівняння гармонічних коливань $x(t) := a \times \cos(\omega \times t + \varphi)$. Щоб ввести := можна скористатися клавіатурою. Для цього включіть англійську розкладку й натисніть одночасно Shift та :

4. Диференціюванням знайдіть прискорення $\frac{d^2}{dt^2}x(t) \rightarrow$ та швидкість $\frac{d}{dt}x(t) \rightarrow$ гармонічних коливань. Запишіть у текстовому регіоні амплітудні вирази прискорення a_{\max} і швидкості v_{\max} коливань.

5. Привласніть значення змінним $a := 0.5 \times m$, $\omega := 1/2 \times \pi$, $\varphi := 0$. Задайте крок графічних залежностей $t := 0, 0.1..20$. Для введення .. скористайтеся клавішею : (англійська розкладка).

6. На панелі інструментів Графік виберіть Графік X-Y та побудуйте залежності $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$. По осі OX відкладіть час t , по осі OY – $x(t)$, $\frac{d^2}{dt^2}x(t)$, $\frac{d}{dt}x(t)$.

7. За необхідності проведіть форматування графіків (контекстне меню Формат) та зробіть висновки про поведінку $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$. За графіком визначте період коливань, амплітудне значення швидкості v_{\max} та прискорення a_{\max} (за допомогою трасировки). Перевірте одержані значення фізичних величин аналітично.

Завдання 2. Додавання гармонічних коливань одного напрямку.

1. Привласніть значення змінним $A1$, $A2$, $\omega1 := \pi/2$, $\omega2 := \pi/2$, $\varphi1 := 0$, $\varphi2 := 0$. Задайте крок графічних залежностей $t := 0, 0.1..20$.

2. Введіть рівняння коливань $x1(t) := A1 \times \cos(\omega1 \times t + \varphi1)$, $x2(t) := A2 \times \cos(\omega2 \times t + \varphi2)$.

3. Введіть вираз, який визначає суму коливань $x3(t) = x1(t) + x2(t)$.

4. Побудуйте графіки залежностей $x1(t)$, $x2(t)$, $x3(t)$.

5. Зробіть висновки та, змінюючи значення амплітуди, частоти, фази, спостерігайте за зміною графіка суми гармонічних коливань.

6. Заповніть таблицю Е.9

Додавання гармонічних коливань одного напрямку.

$A1, м$	$A2, м$	$\omega1, рад/с$	$\omega2, рад/с$	$\phi1, рад$	$\phi2, рад$	Рисунок
0.2	0.2	$\pi/2$	$\pi/2$	0	0	
0.2	0.3	$\pi/2$	$\pi/2$	0	0	
0.2	0.2	$\pi/2$	$\pi/2$	0	3π	
0.2	0.2	$\pi/2$	$3\pi/2$	0	π	

Завдання 3. Додавання взаємоперпендикулярних коливань

1. Для вивчення додавання взаємоперпендикулярних коливань необхідно розв'язати графічно систему рівнянь

$$\begin{cases} x1(t) := A1 \times \cos(\omega1 \times t + \phi1) \\ y2(t) := A2 \times \cos(\omega2 \times t + \phi2) \end{cases}$$

2. Для цього побудуйте графічну залежність, у якій по осі Ox візьміть значення $x1(t)$, а по осі Oy – $y2(t)$. У залежності від співвідношення частоти, амплітуди та фази коливань отримайте той чи інший вид траєкторії точки, яка здійснює одночасно два взаємоперпендикулярних

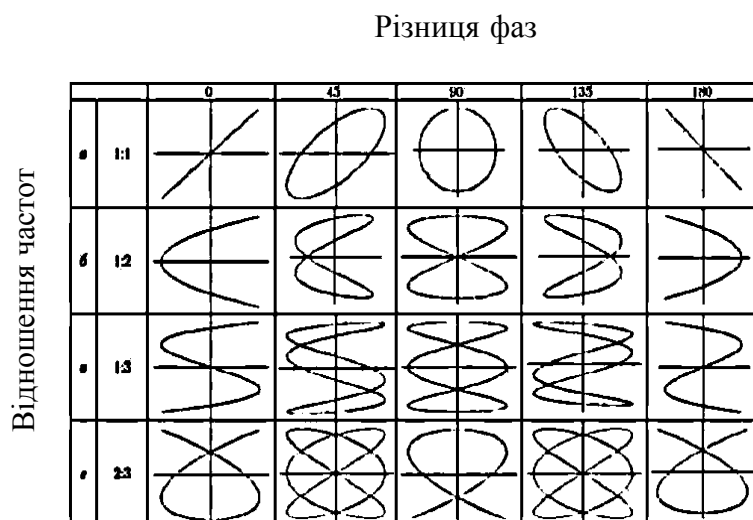


Рис. Е.9. Фігури Лісажу

коливання. Такі траєкторії називаються фігурами Лісажу (рис. Е.9).

Додаток Е.10. Фізичні задачі до анімаційної моделі «Демонстрація закону заломлення світла»

Задача 1 (прибравши об'єкт Δ , n та d) Пучок монохроматичного світла ($\lambda=0,6 мкм$) падає на тонку плівку в повітрі (рис. 2.19). Користуючись демонстрацією заломлення світла, визначте зміщення променя, що виходить з

плівки, від початкового його напрямку, якщо відбите світло максимально підсилене (послаблене) унаслідок інтерференції.

Задача 2. (прибравши n , d) На плоскопаралельну тонку плівку з повітря падає монохроматичне світло. Користуючись інтерактивною моделлю, визначте довжину світлової хвилі, якщо відбите світло максимально підсилене унаслідок інтерференції.

Задача 3. (прибравши об'єкт d) На плоскопаралельну тонку плівку з повітря падає монохроматичне світло. Користуючись інтерактивною моделлю задачі, визначте товщину тонкої плівки.

Задача 4. (прибравши об'єкт Δ) На плоскопаралельну тонку плівку падає монохроматичне світло. Користуючись демонстрацією заломлення світла, визначте зміщення променя, що виходить з плівки, від початкового його напрямку.

Додаток Е.11. Практична робота «Перевірка закону Бойля-Маріотта»

Мета роботи: дослідити залежність тиску газу певної маси (при сталій температурі) від об'єму та перевірити виконання закону Бойля-Маріотта.

Обладнання: персональний комп'ютер + реєстратор даних, датчик тиску, шприц (30 мл), програма Register iLab v.8.0.

Теоретичні відомості

Закон Бойля-Маріота стверджує, що за постійної температури тиск визначеної маси газу обернено пропорційний до його об'єму. Згідно з законом Бойля-Маріотта при $m = \text{const}$ і $T = \text{const}$

$$pV = \text{const} \quad (\text{E.11.1}),$$

де: P – тиск газу, V – об'єм газу. Значення константи k залежить від температури, маси та роду газу. Закон Бойля-Маріотта можна перевірити за допомогою цифрового лабораторного комплексу «Register» (рис. Е.11.1, Е.11.2).

У лабораторній роботі за рахунок зміни об'єму повітря у шприці й вимірювання тиску датчиком, приєднаного безпосередньо до шприца, проведемо

побудову графіків, що дозволять перевірити виконання рівності E.11.1 та співвідношення $P = \frac{const}{V}$.

Підготовка дослідження

1. Запустіть вікно програми Register iLab v.8.0 (рис. E.11.1).
2. Датчик тиску приєднайте до одного з роз'ємів реєстратора (рис. E.11.2).
3. До наконечника шприца приєднайте датчик тиску.

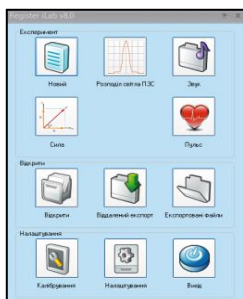










Рис. E.11.1. Програма Register iLab



Рис. E.11.2. Реєстратор та датчик тиску цифрової лабораторії Register

Проведення експерименту.

4. У вікні програми оберіть Новий експеримент .
5. У нижньому меню на основній панелі натисніть Нова сторінка (F2) та виберіть режим відображення даних (графік) .
6. За допомогою клавіші F3 (додати лінію)  створіть шаблон графіка з осями: час та тиск. На панелі діапазонів визначте межі осей. Оберіть інтервал зняття показів 1 сек.
7. Встановіть шприц на об'єм 25 мл, потім натисніть кнопку ручного зняття показів  Старт (F7).
8. Повторити крок 4 для об'ємів шприца у 23 мл, 20 мл, 15 мл, 18 мл, 15 мл, 13 мл, 10мл. Натисніть  Стоп для припинення збору даних.
9. Проаналізуйте графік, відкрийте таблицю (Редактор змінних F5) , внесіть данні об'єму, збережіть результати у програмі.

10. За допомогою Редактора кривих  (F3) побудуйте залежність $P(V)$.
11. За допомогою Редактора функцій (F4)  оберіть змінну $\kappa = pV$.
12. Побудуйте графік залежності κ (індекс) та проведіть його аналіз.
13. Напишіть висновок.

Контрольні запитання:

- Які величини у роботі залишалися сталими ?
- Поясніть характер залежності між тиском та об'ємом повітря.
- Яким буде тиск газу, якщо об'єм скоротиться до 10 мл ?

Додаток Е.12. Завдання до самостійної роботи студентів за темами курсу фізики

1.1	Розв'язати графічно задачу: №2 (ЗНО 2017), стор.13. Єфименко С.М. Графічне моделювання фізичних явищ і процесів: методичні рекомендації. Суми: НІКО, 2019. 80 с.
1.2.	Самостійно розглянути та законспектувати тему: «Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту та горизонтально»: §6, стор. 16-20. Андріяшик М.В. Фізика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. I-II рівнів акредитації. Київ : НУХТ, 2013. 579 с.
1.3	Опрацювання матеріалу до практичної роботи
1.4	Самостійно розглянути та законспектувати тему: «Сили в механіці. Енергія, робота, потужність, закони збереження імпульсу та енергії при поступальному русі тіла»: §13-20. Андріяшик М.В. Фізика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. I-II рівнів акредитації. Київ : НУХТ, 2013. 579 с.
1.6	Опрацювання матеріалу до практичної роботи
1.7	З'ясувати, де у вашій професійній діяльності застосовують або враховують коливальні процеси. Підготувати доповідь.
1.8	Опрацювання матеріалу до практичної роботи
1.9	Підготувати за будь-якою темою блоку інфографіку або Mind map, що узагальнює знання за цією темою.
2.1	Самостійно розглянути та законспектувати тему: «Розподіл молекул за швидкостями. Кількість ступенів вільності молекул. Закон рівномірного розподілу енергії за ступенями вільності»: §9, 11. Андріяшик М.В. Фізика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. I-II рівнів акредитації. Київ : НУХТ, 2013. 579 с.
2.5	Самостійно розглянути та законспектувати тему: «Електричне поле, напруженість електричного поля. Потенціал електричного поля. Робота переміщення заряду в електричному полі»: §2, 4, 5. Андріяшик М.В. Фізика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. I-II рівнів акредитації. Київ : НУХТ, 2013. 579 с.
2.9	Розв'язати задачу за її графічною моделлю. Підготувати за будь-якою темою блоку інфографіку або Mind map, що узагальнює знання за цією темою.
3.1	За допомогою математичних пакетів Geogebra, GRAN розв'язати практичні задачі.

Додаток Е.13. Самостійна робота за аплетом «Вимушені коливання. Резонанс»

Завдання 1. Провести дослідження загасаючих коливань за готовою моделлю в програмі Mathcad.

Завдання 2. Вимушені коливання. Залежність резонансної частоти від параметрів системи.

Ознайомтеся з анімацією «Вимушені коливання» (рис. 2.21) https://www.walter-fendt.de/html5/phru/resonance_ru.htm. Встановіть коефіцієнт загасання рівний 0. Виконайте завдання:

1. Встановіть певне значення маси тягарця та частоти зовнішньої сили. Змінюючи коефіцієнт жорсткості, визначте амплітуду та частоту коливальної системи. Одержані результати занесіть у таблицю (Е.13). Зробіть висновки.

2. Встановіть певне значення маси тягарця та коефіцієнта жорсткості пружини. Змінюючи частоту зовнішньої сили, визначте амплітуду та частоту коливальної системи. Одержані результати занесіть у таблицю (Е.13). Зробіть висновки.

3. Встановіть певне значення частоти зовнішньої сили та коефіцієнта жорсткості пружини. Змінюючи масу тягарця, визначте амплітуду та частоту коливальної системи. Одержані результати занесіть у таблицю (Е.13). Зробіть висновки.

Таблиця Е.13

№	Маса m , кг	Частота зовнішньої сили ω (колова частота), рад/с.	Коефіцієнт жорсткості k , Н/м.	Амплітуда коливань A , см.	Частота коливальної системи ω_0 , рад/с	Що спостерігаєте?
1	1	3	6			
	1	3	9			
	1	3	12			
2	1	1	5			
	1	2,24	5			
	1	3	5			
3	1	1	6			
	3	1,41	6			
	5	3	6			

Додаток Ж. Методичне забезпечення лабораторного практикуму та тематичного оцінювання з фізики

Додаток Ж.1. Фрагмент лабораторної роботи «Визначення коефіцієнта в'язкості рідин методом Стокса» з використанням Mathcad

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити особливості внутрішнього тертя малов'язких рідин в умовах ламінарної течії за постійної температури, визначити їхній коефіцієнт в'язкості через швидкість падіння в них кульки (метод Стокса), перевірити характер руху кульки в рідині.

2 ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ

Скляний циліндр з рідиною; секундомір, мікрометр, набір кульок певної густини, лінійка, електронні методичні вказівки в середовищі Mathcad.

3 ІНСТРУКТАЖ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

4 КОРОТКА ТЕОРІЯ

5 ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ТА МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

6.1. Запишіть температуру рідини.

6.2. Виміряйте відстань l між мітками A та A' на

температура :=

циліндрі масштабною лінійкою. Запишіть одержане значення в системних одиницях.

$l :=$ <input style="width: 80px;" type="text" value="105"/>	<input type="radio"/> mm <input checked="" type="radio"/> cm <input type="radio"/> m
$l := \text{if} [ul = 1, (l \cdot 0.001) \cdot m, \text{if} [ul = 2, (l \cdot 0.01) \cdot m, l \cdot m]]$ ORIGIN = 1	
$l = 1.05 \text{ m}$	

6.3. Виміряйте за допомогою мікрометра діаметр d кульки 5 разів у

різних точках. Визначте середнє значення діаметра кульки.

6.4. Результати вимірювань занесіть у таблицю

6.1 як значення діаметра d_i .

6.5. Опустіть кульку в посудину. Коли кулька з'явиться на рівні верхньої мітки, увімкніть

$d_{\text{кульки}} :=$ <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; text-align: center;">0</td></tr> </table> (MM)	0	0	0	0	0
0					
0					
0					
0					
0					
$d_{\text{сеп}} := \text{mean}(d_{\text{кульки}})$					
$d_{\text{сеп}} = 0$					

секундомір. Коли кулька досягне рівня нижньої мітки, секундомір зупинить і занесить значення часу рівномірного руху кульки t в секундах у таблицю 6.1.

Таблиця 6.1– Результати вимірювань та обчислень

$d :=$		(мм)	$t :=$		(сек)
	3.81			2.33	
	3.69			2.41	
	3.65			2.44	

6.6. Повторіть пп. 3–4 ще для двох кульок.

6.7. Введіть значення густини рідини (ρ_p) та кулі (ρ_k) у $кг/м^3$, а також діаметра циліндра D у мм.

$\rho_p :=$	<input type="text" value="1000"/>	$\frac{кг}{м^3}$	$\rho_k :=$	<input type="text" value="1100"/>	$\frac{кг}{м^3}$	Дцил :=	<input type="text" value="44.05"/>	mm
-------------	-----------------------------------	------------------	-------------	-----------------------------------	------------------	---------	------------------------------------	----

6.8. Визначте за формулою

$$\eta = \frac{gd^2t}{18l} \left[\frac{\rho_k - \rho_p}{1 + 2,4 \frac{d}{D}} \right] \cdot \text{коефіцієнт}$$

внутрішнього тертя η_i для кожного досліді та його середнє значення.

6.9. Обчисліть абсолютну похибку кожного виміру $\Delta\eta_i = \eta_{сер} - \eta_i$, а також середньоквадратичну похибку вимірів $\eta_{серкв}$.

6.10. Результат експерименту

запишіть у вигляді

$$\eta = \eta_{сер} \pm \eta_{серкв}; \quad \eta =$$

6.11. Дослідіть графічно

залежність швидкості руху кульки від часу під час нерівномірного руху (від поверхні рідини до мітки A).

6.12. Порівняйте значення набутої кулькою

швидкості v_{lim} (за графіком) з результатом одного

$i := 1, 2, 3$

$d1_i := (d_i \cdot 0.001) \cdot m$ $D1 := (D_{цил} \cdot 0.001) \cdot m$

$d1_i :=$

$3.81 \cdot 10^{-3}$	m
$3.69 \cdot 10^{-3}$	
$3.65 \cdot 10^{-3}$	

$D1 = 0.04 m$

$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$

$$\eta_i := \frac{g \cdot (d1_i)^2 \cdot t_i \cdot (\rho_k - \rho_p) \cdot \frac{кг}{м^3}}{18 \cdot l \cdot \left(1 + 2.4 \cdot \frac{d1_i}{D1}\right)} \quad (12)$$

$0.0000014819287786664088503 \cdot g \cdot kg \cdot (\rho_1 - \rho_2)$	$\frac{кг \cdot m^3}{m^2}$
$0.0000014456027172181389094 \cdot g \cdot kg \cdot (\rho_1 - \rho_2)$	$\frac{кг \cdot m^3}{m^2}$
$0.0000014346418527435380304 \cdot g \cdot kg \cdot (\rho_1 - \rho_2)$	$\frac{кг \cdot m^3}{m^2}$

$\eta_{сер} := \text{mean}(\eta_i)$ $\Delta\eta := \eta_{сер} - \eta_i$

$\eta = \begin{pmatrix} 1.45 \times 10^{-3} \\ 1.42 \times 10^{-3} \\ 1.41 \times 10^{-3} \end{pmatrix} Pa \cdot s$ $\eta_{сер} = 1.43 \times 10^{-3} Pa \cdot s$

$\Delta\eta = \begin{pmatrix} -2.73 \times 10^{-5} \\ 8.29 \times 10^{-6} \\ 1.9 \times 10^{-5} \end{pmatrix} Pa \cdot s$

$\eta_{серкв} := \sqrt{\frac{(\Delta\eta_1)^2 + (\Delta\eta_2)^2 + (\Delta\eta_3)^2}{2}}$

$\eta_{серкв} = 2.43 \times 10^{-5} Pa \cdot s$

Виберіть номер досліді $n :=$

з дослідів, обчисленим за формулою $v = \frac{l}{t}$. Зробіть висновки за результатами дослідження.

$dk := (0.001 d_n) \cdot m \quad dk = 3.81 \times 10^{-3} \text{ m}$ $d_{\text{ср}} := \text{mean}(d_1, d_2, d_3) \cdot 0.001 \cdot m \quad d_{\text{ср}} = 3.72 \times 10^{-3} \text{ m}$ $\eta_{\text{ср}} := \eta_{\text{ср}} \cdot \frac{1}{\text{Pa}} \quad C := g \cdot \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_k}\right) \cdot \frac{s^2}{m} \quad \tau := \frac{\rho_k \cdot d_{\text{ср}}^2 \cdot \frac{1}{m^2}}{18 \cdot \eta_{\text{ср}}}$ $C = 0.89 \quad \tau = 0.59 \quad v_{\text{lim}} := C \cdot \tau \cdot \frac{m}{s} \quad v_{\text{lim}} = 0.53 \frac{m}{s}$ $l = 1.05 \text{ m} \quad t_n = 2.33 \quad v := \frac{l}{t_n \cdot s}$	$\rho_k \cdot dk^2 \cdot \frac{1}{m^2} \quad \eta_n = 1.45 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ $\tau_1 := \frac{\rho_k \cdot dk^2 \cdot \frac{1}{m^2}}{18 \cdot \eta_n}$ $v_1 := C \cdot \tau_1 \cdot \frac{m}{s}$ $v_1 = 0.54 \frac{m^2 \cdot s}{kg}$
Given	
$\frac{d}{dt} y(t) + \frac{y(t)}{\tau} = C \quad y(0) = 0$	
$y := \text{Odesolve}(t, 10)$	
t := 0, 0.1 .. 10	

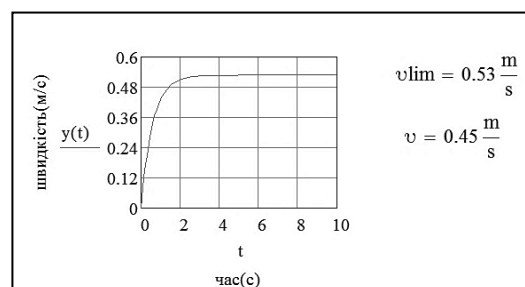
Висновок.

Контрольні запитання:

– поясніть природу виникнення опору під час руху кульки в рідині;

– який фізичний зміст коефіцієнта в'язкості рідин ?

– для чого верхню мітку на циліндрі розташовують нижче рівня води в посудині ?



Додаток Ж.2. Фрагмент лабораторної роботи «Дослідження криволінійного руху, перевірка законів кінематики руху тіла, що кинуте під кутом до горизонту» з використанням Mathcad

1 МЕТА РОБОТИ

Провести аналітичне і графічне дослідження криволінійного руху тіла на прикладі руху тіла, що кинуте під кутом до горизонту та перевірити виконання його законів.

2 ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ

Балістичний пістолет з набором пружин і снарядів, масштабна лінійка, штатив з муфтою, секундомір, мобільний телефон, електронні методичні вказівки в середовищі Mathcad.

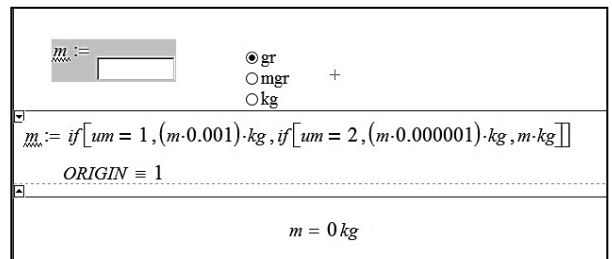
3 ІНСТРУКТАЖ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

4 КОРОТКА ТЕОРІЯ ТА ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

5 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Частина I

5.1. Ознайомтесь із будовою і дією балістичного пістолета, візьміть довільну пружину та снаряд певної маси.



5.2. Закріпіть пістолет на штативі, поряд з пістолетом натягніть вимірювальну стрічку так, щоб її початок відліку збігався з центром снаряда.

Таблиці 5.1 – Результати вимірювань

$\alpha :=$	$t :=$	$l :=$
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5.3. Встановіть пістолет під довільним кутом α (15° , 30° , 45° , 60°) до горизонту, зробіть постріл.

5.4. Визначте час t і дальність польоту l снаряда.

Введіть номер досліджу

ORIGIN $m := 1 \cdot m$ $m = 0 \text{ kg}$ +

$$v_i := \frac{l_i \cdot g \cdot s}{t_i \cdot \cos(\alpha_i \cdot \text{deg}) \cdot 9.81} \quad v_0 := v_i \quad h := \frac{v_0^2 \cdot (\sin(\alpha_i \cdot \text{deg}))^2}{2 \cdot g}$$

$$v_i := \sqrt{\frac{l_i \cdot g \cdot g}{8.31 \cdot \sin(2 \alpha_i \cdot \text{deg})} \cdot s}$$

$v_0 =$ $h =$

Перерахувати

5.5. Повторіть експеримент ще три рази за різних кутів пострілу. Отримані результати в одиницях СІ занесіть до таблиці 5.1.

5.6. За формулами $v_0 = \frac{l}{\cos \alpha \cdot t}$, $gh = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} \Rightarrow h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ визначте початкову швидкість v_0 та висоту підйому h снаряда.

Таблиці 5.2 – Результати обчислень

$m :=$	$h :=$
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

$v_{\text{ср}} := \text{mean}(v)$ $i := 1, 2..4$ $\Delta v_i := v_{\text{ср}} - v_i$

$\varepsilon_i := \frac{|\Delta v_i| \cdot 100}{v_{\text{ср}}}$ $\varepsilon := \text{rotate90}(\varepsilon)$ $\Delta v := \text{rotate90}(\Delta v)$

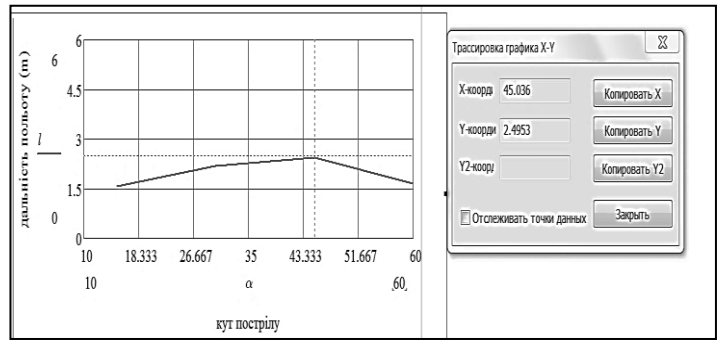
$\Delta v = (0 \ 0 \ 0 \ 0)$ + $v_{\text{ср}} = 0 \ \frac{m}{s}$

$\varepsilon =$

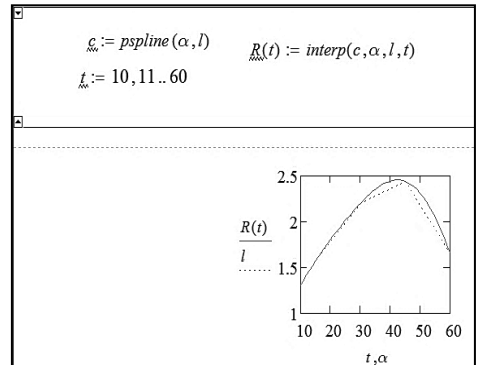
5.7. Занесіть отримані результати

в таблицю 5.2 та знайдіть $v_{0сер}$, абсолютні та відносні похибки вимірювань.

5.8. Побудуйте графік залежності дальності польоту l снаряда від кута пострілу $l(\alpha)$.

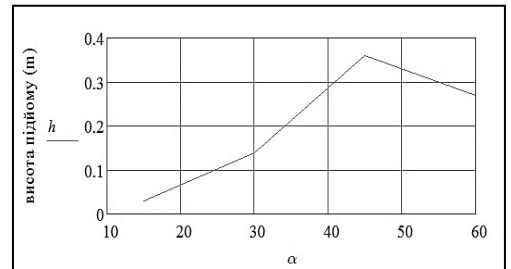


5.9. За експериментальною кривою $l(\alpha)$ через трасировку порівняйте дальність польоту за різних кутів пострілу та з'ясуйте, за якого кута пострілу дальність польоту кульки була максимальною.



5.10. Проведіть інтерполяцію отриманої залежності. Зробіть висновок.

5.11. Побудуйте графік залежності висоти підйому від кута пострілу.



5.12. Дослідіть характер залежності висоти підйому снаряда від кута пострілу. Зробіть висновок.

Частина II

5.13. Переконайтеся у справедливості зроблених висновків аналітично, змінюючи кут пострілу. Початкову швидкість оберіть як середнє з експериментальних значень.

Контрольні запитання:

- опишіть характери руху кульки по осі OX і по осі OY . Чим вони відрізняються ?
- від чого залежить дальність польоту і висота підйому кулі ?

$$\begin{cases} x = v_0 \cos \alpha t \\ y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$
 $v_{сер} = 3.22 \frac{m}{s}$
 $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$

$t_{сер} = 0, 0.01 .. 5$
 $\cos(\alpha \text{ deg}) = 0.71$

$x(t) := v_{сер} \cos(\alpha \text{ deg}) \cdot t$
 $y(t) := v_{сер} \sin(\alpha \text{ deg}) \cdot \frac{t}{2} + \frac{-9.81 \cdot t^2}{8}$

$x(t) =$	$y(t) =$
0	0
0.02	0.01
0.05	0.02
0.07	0.03
0.09	0.04
0.11	0.05
0.14	0.06
0.16	0.07
0.18	0.08
0.2	0.09

Додаток Ж.3. Фрагмент лабораторної роботи «Вивчення роботи фотоелемента та перевірка законів фотометрії» з використанням Mathcad

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити роботу фотоелемента та перевірити виконання законів освітленості.

2 ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ

Прилад для вивчення законів фотометрії, мікроамперметр, джерело постійного струму 4 В, з'єднувальні провідники, ключ, електронні методичні вказівки в середовищі Mathcad.

3 ІНСТРУКТАЖ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

4 КОРОТКА ТЕОРІЯ ТА ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ І МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ

5 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

I. Залежність освітленості від відстані до джерела світла.

5.1. Зберіть електричне коло, що складається з джерела струму, лампи та вимикача.

5.2. Мікроамперметр підключіть до виводів фотоелемента.

5.3. Встановіть селеновий фотоелемент так, щоб він був розташований перпендикулярно до осі приладу, при цьому ручка, яка повертає фотоелемент, повинна знаходитися на нульовій позначці кутової шкали приладу.

5.4. Закрийте кришку приладу і замкніть електричне коло.

5.5. Виміряйте освітленість за різних відстаней між фотоелементом (y см) та лампою розжарення (в умовних одиницях за шкалою мікроамперметра).

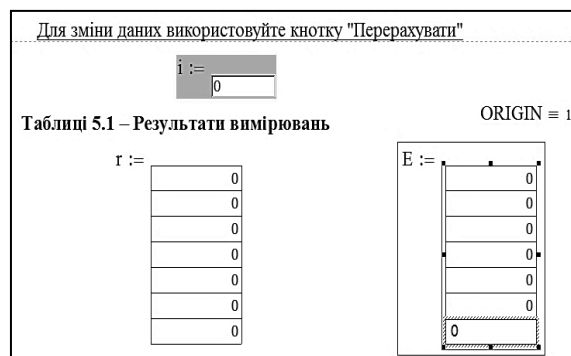
5.6. Отримані результати занесіть у таблицю 5.1.

5.7. Користуючись формулою

$$E_0 = \frac{I}{r^2},$$

знайдіть силу світла в умовних одиницях $I = E_0 \cdot r^2$ та її середнє значення.

5.8. Побудуйте графік залежності



освітленості від відстані до поверхні $E = f(r)$, проведіть аналіз характеру залежності, апроксимацію по експоненті.

5.9. Перевірте виконання закону

обернених квадратів $\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ для будь-яких

Введіть номери досліду $k := \frac{\beta}{k+1} = 4$ $\frac{E_k}{E_{k+1}} = 1.4$ $\left(\frac{r_{k+1}}{r_k}\right)^2 = 1.41$ Перерахувати

двох сусідніх дослідів.

5.10. Зробіть висновок.

II. Залежність освітленості від кута падіння променів.

Встановіть лампу на відстані r (у см) від фотоелемента, яка вказана викладачем.

5.11. Виміряйте силу фотоструму (освітленість в умовних одиницях) за різних кутів падіння променів (i), що змінюються від 0° до 90° .

5.12. Результати вимірювань занесіть до таблиці 5.2.

5.13. Побудуйте графік залежності освітленості від кута падіння променів $E = f(i)$, зробіть аналіз характеру одержаної функціональної залежності.

5.14. Знайдіть силу світла в умовних одиницях та її середнє значення.

5.15. Порівняти значення $I_{сер1}$ та $I_{сер2}$, знайдіть їхнє середнє значення $I_{сер}$. Обчисліть похибки вимірювань.

$I = (4 \times 10^3 \quad 6.084 \times 10^3 \quad 7.168 \times 10^3 \quad 7.22 \times 10^3 \quad 1.176 \times 10^4 \quad 9.477 \times 10^3 \quad 7.569 \times 10^3)$
 $I_{сер1} = 7.611 \times 10^3$

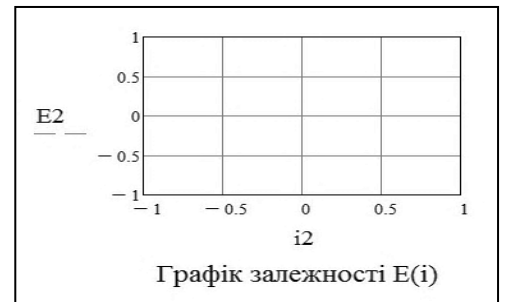
апроксимація по $\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} := \text{expfit}\left[r, E, \begin{pmatrix} 0.5 \\ 0 \\ -0.5 \end{pmatrix}\right] \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 80.75 \\ -0.064 \\ -1.29 \end{pmatrix} \quad x := 0, 0.001 \dots 30$

$y2(x) := a \cdot e^{b \cdot x} + c$

Графік залежності E(r)

Таблиця 5.2 – Результати вимірювань

$r2 :=$	$i2 :=$	$E2 :=$
0	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0



$n := 1, 2, \dots, 7$ $I2_n := \frac{E2_n \cdot r2^2}{\cos(i2_n \cdot \text{deg})}$ $I2_6 = 0$

$I2_{сер} := \text{rotate90}(I2)$ $I_{сер2} := \text{mean}(I2)$ $I_{сер} := \frac{(I_{сер1} + I_{сер2})}{2}$

$\Delta I_{сер1} := I_{сер} - I_{сер1}$ $\Delta I_{сер2} := I_{сер} - I_{сер2}$ $\epsilon_1 := \frac{|\Delta I_{сер1}| \cdot 100}{I_{сер}}$

$\epsilon_2 := \frac{|\Delta I_{сер2}| \cdot 100}{I_{сер}} +$

$I2 = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$
 $I_{сер2} = 0$

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta I_1}{I_{сер}} \cdot 100\% = \varepsilon_2 = \frac{\Delta I_2}{I_{сер}} \cdot 100\% =$$

Висновок.

Контрольні запитання:

- опишіть принцип роботи фотоелемента;
- обґрунтуйте одержані в результаті вимірювання похибки.

Додаток Ж.4. Фрагмент лабораторної роботи «Вивчення роботи термоелемента та його градуювання» з використанням Mathcad

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з термоелектричними явищами та побудувати градуювальний графік для термопари, визначити її термоелектрорушійну силу. За побудованим графіком визначити температуру нагрітого тіла.

2 ПРИЛАДИ І ОБЛАДНАННЯ

Термоелемент (термопара), мультиметри, електроплитка, нагріте тіло, електронні методичні вказівки в середовищі Mathcad.

3 ІНСТРУКТАЖ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

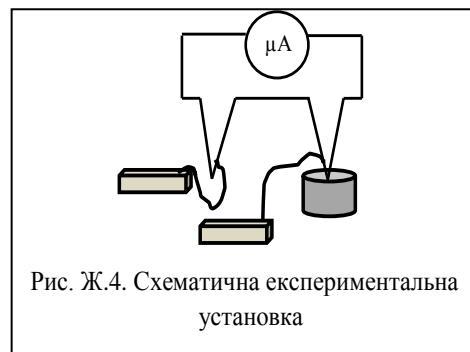
4 КОРОТКА ТЕОРІЯ ТА ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

5 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5.1 Зберіть установку за схемою на рис. Ж.4, перевірте рівність температур двох спаїв термопари, при цьому цифровий мікроамперметр повинен показувати значення рівне нулю (стрілка гальванометра повинна стояти на нулі).

5.2 Один із спаїв нагрійте до температури T_2 , спостерігайте за змінами показів мікроамперметра (відхиленням стрілки гальванометра). Для більш точного градуювання термоелемента тримайте холодний спай за температури 0°C .

5.3 Зафіксуйте покази мікроамперметра I через рівні інтервали зміни температур, наприклад через 5°C , 10°C . Дослід проведіть, підвищуючи



температуру спаю до $80 - 90^{\circ}\text{C}$. Отримані результати занесіть у таблицю 5.1, де T_1 – температура холодного спаю, T_2 – температура нагрітого спаю.

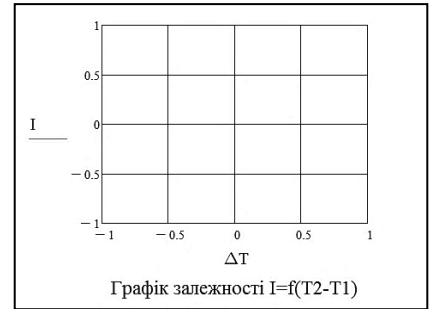
5.4 За отриманими даними побудуйте графік залежності $I = f(\Delta T)$.

Таблиця 5.1 – Результати вимірювань і обчислень

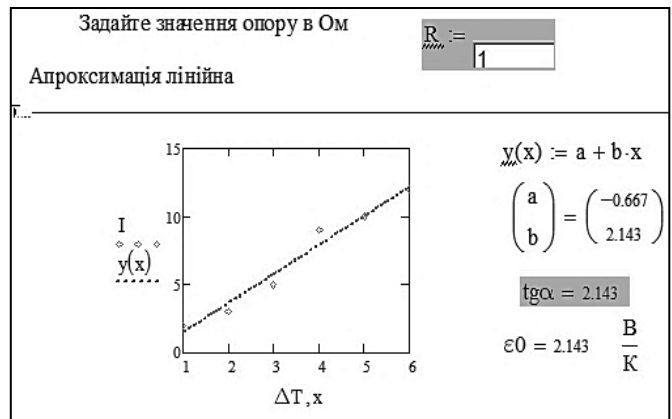
T1 :=		T2 :=	
	0		0
	0		0
	0		0
	0		0
	0		0
	0		0

5.5 Визначте величину ε_0 за

побудованим графіком. Для цього знайдіть тангенс кута нахилу графіка до осі ΔT та за формулою $\varepsilon_0 = \text{tg}\alpha \cdot R$, де R – внутрішній опір гальванометра, визначте сталу термопару. Порівняйте одержане значення зі значенням величини, що вказане на приладі, знайдіть відносну похибку отриманого результату $\delta =$



5.6 За формулою $\varepsilon_t = \varepsilon_0(T_2 - T_1) = \varepsilon_0 \cdot \Delta T$ обчисліть термоелектрорушійну силу ε_t .

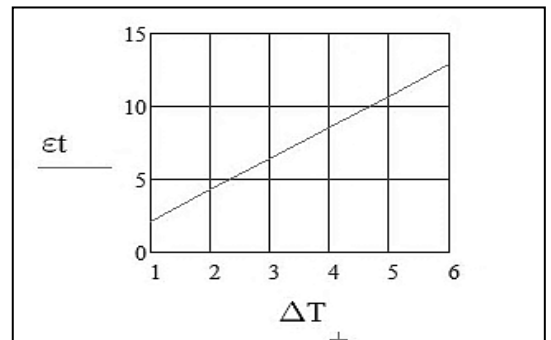


5.7 Побудуйте графік залежності $\varepsilon_t = f(\Delta T)$, порівняйте його з графіком $I = f(\Delta T)$.

5.8. Побудуйте графік залежності $\varepsilon_t = f(T_2)$.

5.9 Зробіть висновок стосовно отриманих результатів.

5.10 Користуючись графіком $\varepsilon_t = f(T_2)$, визначте температуру нагрітого тіла, запропонованого викладачем.



Висновок.

Контрольні запитання:

- на якому ефекті заснований принцип дії термопару ?
- за одержаною залежністю $\varepsilon_t = f(T_2)$ визначити ε_t вашого тіла.

Додаток Ж.5. Фрагмент лабораторної роботи «Вивчення властивостей провідників (температурного коефіцієнту опору міді)» з використанням графічних засобів GeoGebra

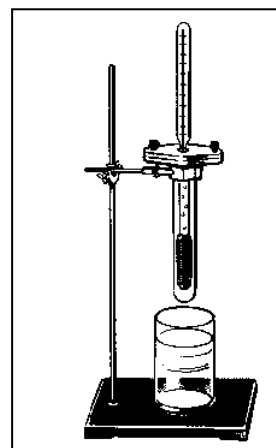
I Мета роботи: встановити залежність опору металевого провідника від температури і знайти температурний коефіцієнт опору міді.

II Інструктаж з техніки безпеки: дотримуватися ТБ під час роботи з електроприладами, скляними елементами приладу для вимірювання температурного коефіцієнта опору провідника.

III Прилади і матеріали: прилад для вимірювання температурного коефіцієнта опору мідної дротини, мультиметр, термопара (термометр), електроплитка, штатив з муфтою і лапкою, посудина з водою, комплект з'єднувальних проводів, програма GeoGebra.

IV Виконання роботи

1. Зберіть лабораторну установку. Закріпіть прилад у лапці штатива, занурте пробірку з котушкою в склянку так, щоб котушка була у воді.



2. Перевірте і підготуйте омметр для вимірювання опорів.


3. Відкрийте програму GeoGebra. Виберіть у меню Вид вкладку вікна Таблиця. У таблицю внесіть величини, що вимірюватимуться (t , R).


4. Помістіть термометр або термопару в отвір колодки та стежте за його показами. Як тільки температура перестане змінюватися, виміряйте опір та температуру котушки. Результат занесіть у таблицю програми GeoGebra.

5. Увімкніть електроплитку та вимірюйте значення опору через кожні 5 С. Результати вимірювань занести у таблицю.

6. При температурі 75 С вимкніть нагрівник.

7. Виділіть курсором дані у таблиці, відкрийте контекстне меню та оберіть команду Створити → Список точок.

8. У панелі меню оберіть Апроксимація прямою , виділіть групу точок. Буде побудована пряма, що визначатиме залежність опору металу від температури.

9. Оберіть у меню опцію Точка  та клацніть мишею на перетині осі R та побудованої апроксимованої прямої. Після появи точки перетину осі та прямої оберіть опцію для точки Властивості → Основні. Поставте прапорець Показувати Ім'я та значення. Ордината точки визначатиме значення опору металу за температури $\theta^{\circ}\text{C}$ (R_0).

10. Натиснувши на пряму правою кнопкою, оберіть опцію Властивості → Основні. Поставте прапорець Показувати Ім'я та значення. Після проведених дій над прямою з'явиться її рівняння виду $y = kx + b$, де $k = \alpha \cdot R_0$.

11. Користуючись аналітичними даними графіка, визначте температурний коефіцієнт опору міді $\alpha = k / R_0$.

12. Обчисліть відносну похибку вимірювання α :
$$\varepsilon = \frac{|\alpha_{\text{маб}} - \alpha|}{\alpha_{\text{маб}}} \cdot 100\%$$

13. За результатами досліджень зробіть висновки.

14. Оформіть звіт, до звіту додайте файл графік.png з побудованим графіком.

Висновок.

V Контрольні запитання:

– запишіть формулу для визначення температурного коефіцієнта опору, якщо значення опору за температури $\theta^{\circ}\text{C}$ невідоме;

– користуючись будь-якими двома результатами експерименту (з таблиці), обчисліть температурний коефіцієнт за формулою, запропонованою вами. Порівняти результат з результатом, одержаним за допомогою програми GeoGebra.

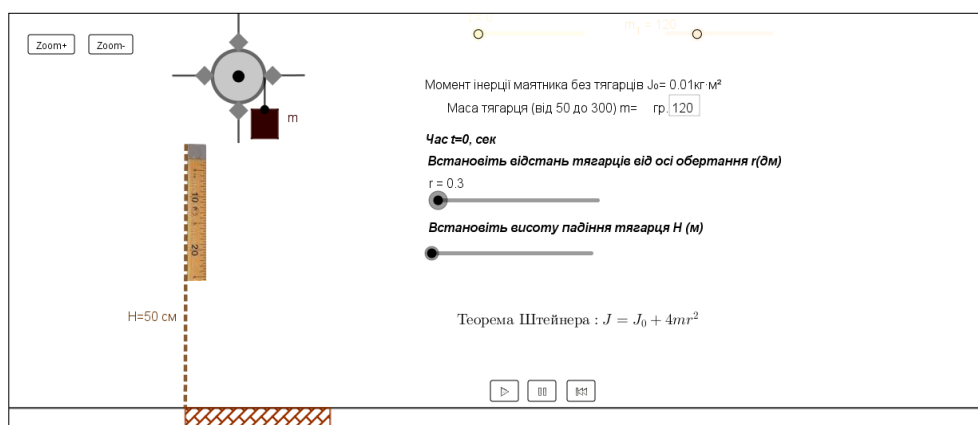
Додаток Ж.6. Фрагмент лабораторної роботи «Перевірка основного рівняння динаміки обертального руху за допомогою маятника Обербека»

I Мета роботи: експериментально перевірити основне рівняння динаміки обертального руху.

II Прилади і обладнання: Інтерактивна модель «Маятник Обербека».

III Інструктаж з техніки безпеки.

IV Опис віртуального устаткування та методу дослідження.



Анімація «Маятник Обербека»

V Порядок виконання роботи

5.1. Підготовка до роботи.

5.1.1. Оберіть тіло певної маси (від 50 до 300 гр.) $m_1 = \text{кг}$.

5.1.2. Встановіть довільну відстань r від шківів до тягарців. $r = \text{дм}$, що відповідатиме моменту інерції J_1 . Діаметр шківів: $d = \text{м}$.

5.2. Перевірка залежності $\varepsilon \sim M$ (при $J = \text{const}$).

5.2.1. За допомогою інструментів керування анімацією встановіть висоту падіння тіла $H = \dots \text{м}$. Відпустіть вантаж і визначте час t його падіння з висоти H .

5.2.2. Дослід повторіть п'ять разів за різних висот падіння, дані занесіть у таблицю 1.

5.2.3. Знайдіть кутове прискорення $\varepsilon = \frac{4H}{dt^2}$ для кожного дослідження.

5.2.4. Знайдіть середнє значення кутового прискорення $\varepsilon_{1\text{ср}}$.

5.2.5. Занесіть дані у таблицю 1

5.2.6. Змініть вантаж m_1 на $m_2 = \text{кг}$, виконайте пп. 5.1.1 – 5.2.4, знайдіть $\varepsilon_{2\text{ср}}$, занесіть дані у таблицю 1.

5.2.7. За формулою $M = mR \cdot (g - \varepsilon_{\text{ср}} R)$ визначте M_1, M_2 .

5.2.8. Визначте похибку результатів за формулою: $\delta = \left(\frac{M_2 \cdot \varepsilon_1}{M_1 \cdot \varepsilon} - 1 \right) \cdot 100\%$

$\delta = \dots$. Поясніть залежність $\varepsilon \sim M$ (при $J = \text{const}$).

Таблиця 1

Результати вимірювань та обчислень

Маса вантажу, кг	Час $t(c)$ і висота падіння вантажів $H(m)$, кутове прискорення $\varepsilon(\text{рад}/c^2)$	№ досліду					Середнє значення $\varepsilon_{cp}, (\text{рад}/c^2)$
		1	2	3	4	5	
$m_1 =$	t_1						
	H						
	E						
$m_2 =$	t_2						
	H						
	E						

5.3. Перевірка залежності $\varepsilon \sim 1/J$ (при $M = \text{const}$).

5.3.1. Результати t та H при J_1 , отримані для m_2 , занесіть у таблицю 2.

Таблиця 2

Результати вимірювань та обчислень

Момент інерції	Час $t(c)$ і висота падіння вантажу $H(m)$, кутове прискорення $\varepsilon(\text{рад}/c^2)$	№ досліду					Середнє значення ε_{cp} , (рад/с ²)
		1	2	3	4	5	
J_1	t_1						
	H						
	E						
J_2	t_2						
	H						
	E						

5.3.2. Змініть момент інерції маятника, обравши іншу відстань r від тягарців до шківів.

5.3.3. Виконайте вимірювання для вантажу m_2 відповідно до пп. 5.2.1 – 5.2.3, дані занесіть у таблицю 2, знайдіть ε для кожного досліду та їхнє середнє значення: $\varepsilon_1'_{cp} = \varepsilon_2'_{cp} = \dots$

5.3.4. За формулою $J = mR \cdot \left(\frac{g}{\varepsilon} - R \right)$ визначте $J_1, J_2 : J_1 = J_2 = \dots$

5.3.5. Визначте похибку результатів за формулою: $\delta' = \left(\frac{J_1}{J_2} \cdot \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} - 1 \right) \cdot 100\%$

Поясніть залежність $\varepsilon \sim 1/J$ (при $M = \text{const}$).

Висновок.

VI Контрольні запитання:

- опишіть динамічні характеристики обертального руху маятника Обербека;
- поясніть природу виникнення похибок експериментальних результатів;
- запропонуйте свій спосіб перевірки основного рівняння динаміки обертального руху.

Додаток Ж.7. Матеріали до узагальнення за тематичними блоками

Тестові завдання до тематичного блоку 1 (1 варіант)

1. Поставте у відповідність поняття і їх визначення:

а) переміщення; б) імпульс; в) швидкість; г) прискорення

Відповіді:

- а) добуток маси тіла на його швидкість;
- б) друга похідна від переміщення за часом або перша похідна від швидкості за часом;
- в) вектор, що з'єднує початкове і кінцеве положення тіла;
- г) перша похідна від переміщення за часом.

2. Кінетична енергія тіла визначається:

- а) положенням тіла відносно інших тіл; б) швидкістю деформації тіла;
- в) взаємним розташуванням частин тіла; г) швидкістю руху тіла.

3. Встановіть відповідність між фізичною величиною та її математичним виразом.

Величина	Математичний вираз
а) потенціальна енергія тіла в полі сили тяжіння	а) $FS \cos \alpha$
б) механічна робота	б) mgh
в) сила тертя ковзання	в) $\frac{mv^2}{2}$
г) кінетична енергія тіла	г) μN

4. Вираз другого закону Ньютона має вигляд:

а) $F = mg$; б) $F = \frac{A}{S}$; в) $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$; г) $F = -kx$.

5. Встановіть відповідність між фізичною величиною та її математичним виразом.

Величина	Математичний вираз
а) момент сили щодо точки	а) $M = Fr \sin \alpha$
б) момент інерції матеріальної точки	б) $L = J\omega$
в) кутове прискорення тіла	в) $\varepsilon = \frac{M}{J}$
г) момент імпульсу тіла	г) $J = mr^2$

6. Закон Гука має вигляд:

а) $\sigma = E\varepsilon$; б) $F = 6\pi\eta\nu r$; в) $E = \frac{mv^2}{2}$; г) $p = mv$.

7. Модуль Юнга вимірюється :

а) Па; б) Дж; в) Па с; г) Н.

8. Формула Стокса має вигляд:

а) $\sigma = E\varepsilon$; б) $F = 6\pi\eta\nu r$; в) $E = \frac{mv^2}{2}$; г) $x_2 = A \sin(\omega t + \varphi_0)$.

9. Які пари коливань, що мають рівні амплітуди та частоти, але відрізняються початковими фазами, при додаванні дають максимальну амплітуду ?

1) $x = A \cos(\omega t + \pi/2)$; 2) $x = A \cos(\omega t + 5\pi/2)$;

3) $x = A \cos(\omega t + 3\pi/2)$; 4) $x = A \cos(\omega t + 7\pi/2)$.

а) 1 і 2; б) 1 і 3; в) 1 і 4; г) 2 і 3; д) 2 і 4; е) 3 і 4.

10. Рівняння коливань має вигляд: $x = 5 \sin(\pi t + \pi/2)$, м. Чому дорівнює амплітуда та період цього коливання ?

а) 5 м, 25 с; б) 2 м, π с; в) 5 м, 2 с; г) 2 м, 0,5 с.

11. Залежність пройденого тілом шляху s від часу t задано рівнянням $s = 2t - 0,8t^2 + 5t^3$. Який вигляд має залежність швидкості від часу?

а) $v = -1,6t + 15t^2$; б) $v = 2 - 0,8t + 15t^2$; в) $v = 2 - 1,6t + 15t^2$; г) $v = 2 + 1,6t + 15t^2$.

12. Довжина дроту під час розтягування силою в 10 кН збільшилась на 1 см. Який модуль Юнга речовини дроту, якщо його довжина дорівнює 1 м, а площа поперечного перерізу – 5 мм²?

1) 200 ГПа; 2) 120 ГПа; 3) 300 ГПа.

Відповіді :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,5б	1,5б
а-в; б-а; в-г; г-б	г	а-б; б-а; в-г; г-в	в	а-а; б-г; в-в; г-б	а	а	б	а,є	в	в	1

Тестові завдання до тематичного блоку 2 (1 варіант)

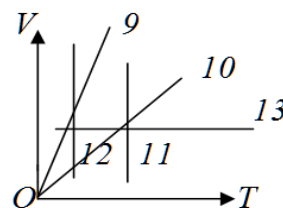
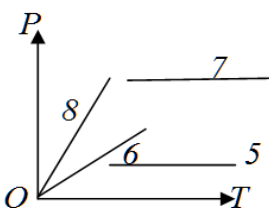
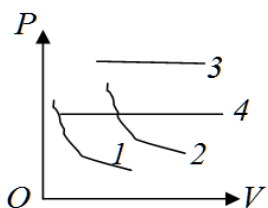
1. Поставте у відповідність поняття і їх визначення:

- а) внутрішня енергія системи; б) ідеальний газ; в) сила струму; г) інтерференція.
 а) явище взаємного підсилення і послаблення коливань у просторі при накладанні когерентних хвиль;
 б) заряд, що пройшов через поперечний переріз провідника за одиницю часу;
 в) сума кінетичної енергії тіл системи та потенціальної енергії їх взаємодії;
 г) модель газу, що складається з матеріальних точок, які не взаємодіють між собою.

2. Рівняння Ван-дер-Ваальса має вигляд:

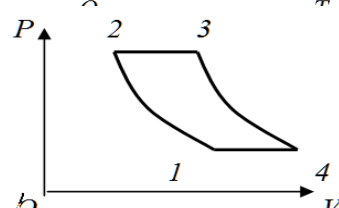
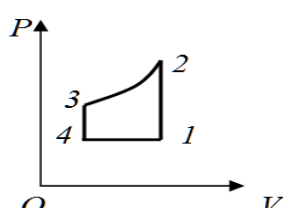
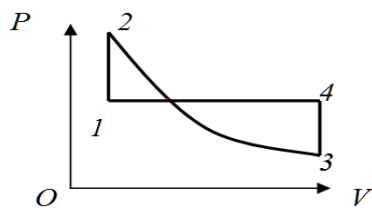
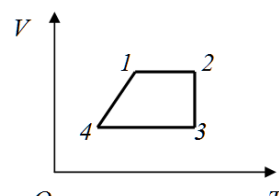
$$а) Q = IR^2t; \quad б) d \sin \varphi = k\lambda; \quad в) \left(p + \frac{av^2}{V^2}\right)(V - vb) = \nu RT; \quad г) R = R_1 + R_2.$$

3. На яких з графіків зображено ізохоричний процес?



- 1) 3,4,5,6,9,10; 2) 1,2,9,10; 3) 3,4,5,6,13; 4) 1,2,11,12; 5) 6,8,13.

4. Виберіть з графіків у координатах P, V такий, що відповідає графіку в координатах V, T .



1

2

3

5. Встановіть відповідність між законом (величиною) та його математичним виразом.

Величина	Математичний вираз
а) перший закон термодинаміки	а) $\frac{i}{2}kT$
б) робота газу для ізобаричного процесу	б) $PV = \frac{m}{M}RT$
в) рівняння стану ідеального газу	в) $A = P \cdot \Delta V$
г) енергія однієї молекули газу	г) $Q = \Delta U + P\Delta V$

6. Закон Ома для неоднорідної ділянки ланцюга має вигляд:

$$а) \varepsilon = \frac{A}{q}; \quad б) I = \frac{U}{R}; \quad в) I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 \pm \varepsilon}{R}; \quad г) A = I^2 R t.$$

7. В основі роботи фоторезистора лежить залежність опору напівпровідника від

- а) тиску;
- б) температури;
- в) концентрації газу в навколишньому середовищі;
- г) інтенсивності падаючого світла.

8. Встановіть відповідність між фізичною величиною та її математичним виразом.

Величина	Математичний вираз
а) сила струму	а) $E = \frac{F}{q}$
б) ККД ідеальної теплової машини	б) $\varepsilon = \frac{A}{q}$
в) напруженість електричного поля	в) $I = \frac{q}{t}$
г) ЕРС джерела енергії	г) $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$

9. Питомий опір вимірюється :

$$а) A; \quad б) Ом \cdot м; \quad в) Н/Кл; \quad г) В.$$

10. При з'єднанні двох провідників з різних металів між ними виникає контактна різниця потенціалів, що залежить...

- а) від їхнього хімічного складу й температури;
- б) від температури провідників;
- в) від їхнього хімічного складу й температури;
- г) залежить від хімічного складу проміжних провідників.

11. Два провідники, площа поперечного перерізу яких однакова, виготовлені з одного матеріалу. Яке з наведених співвідношень для двох опорів провідників (R_1 і R_2) правильне, якщо перший провідник удвічі довший за другий?

1) $R_1 = \frac{R_2}{2}$; 2) $R_2 = 4R_1$; 3) $R_1 = 2R_2$; 4) $R_1 = R_2$; 5) $R_2 = \frac{R_1}{4}$

12. Балон містить 50 л кисню за температури 27°C під тиском $20 \times 10^5 \text{ Па}$. Визначити масу кисню в цьому балоні ?

1) 0,03 кг; 2) 2,6 кг; 3) $5 \cdot 10^{-26}$ кг; 4) 0,142 кг; 5) 1,28 кг.

Відповіді :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,3б	0,5б	1,5б
а-в; б-г; в-б; г-а	в	5	2	а-г; б-в; в-б; г-а	в	г	а-в; б-г; в-а; г-б	б	в	3	5

Тематична контрольна робота (тематичний блок 3)

Варіант 1

Завдання 1. Залежність координати тіла від часу задається рівнянням $x = 2t - 0,5t^2$. Знайти середню швидкість і середнє прискорення тіла в інтервалі часу від 1 з до 3с. Побудувати графіки координати, швидкості й прискорення для інтервалу часу $0 \div 3$ с.

Завдання 2. Експериментально встановлюється залежність $I(t)$ під час розрядження конденсатора через мікроамперметр. За табличними результатами визначити заряд та енергію зарядженого конденсатора ($C = 2 \text{ мкФ}$).

Час $t, \text{ с}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Сила струму $I, 10^{-6} \text{ А}$	1,29	0,61	0,3	0,15	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01

Варіант 2

Завдання 1. Залежність координати тіла від часу задається рівнянням $x = 6t - 0,125t^3$. Знайти середню швидкість і середнє прискорення тіла в інтервалі часу від 2 з до 6с. Побудувати графіки координати, швидкості й прискорення для інтервалу часу $0 \div 6$ с.

Завдання 2. Експериментально встановлена залежність $R(t)$ під час визначення температурного коефіцієнта опору метала. Користуючись ППЗ GRAN (Geogebra) встановити вигляд функціональної залежності $R(t)$, визначити температурний коефіцієнт опору метала та його речовину.

Температура $t, ^\circ C$	70	60	50	40	30	20
$R, \text{ Ом}$	4,8	4,6	4,5	4,3	4,1	3,9

Література: Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике: Учеб. пособие для студентов вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Интеграл-Пресс, 1997. 544 с.

Критерії оцінювання:

Завдання 1.

1. Побудова функціональної залежності – 0,5бала.
2. Знаходження похідних – 0,5бала.
3. Знаходження середньої швидкості і прискорення – 1бал.
4. Побудова графіків – 0,5бала.

Завдання 2.

1. Опрацювання даних за допомогою програми – 0,5бала.
2. Побудова функціональної залежності – 0,5бала.
3. Визначення за аналітичним виразом температурного коефіцієнта (знаходження площі обмеженої графіком функції та енергії конденсатора) –1,5бала.

Додаток 3

Додаток 3.1. Анкета щодо використання програмних засобів в освітньому процесі з фізики

1. Якими із запропонованих у таблиці програмних засобів ви користуєтеся в навчанні фізики (навпроти програмного засобу поставте +, якщо користуєтеся, та , якщо не користуєтеся)?

2. Зазначте в таблиці навпроти програми, якою ви користуєтеся, для чого вам у навчанні фізики вона потрібна (вид роботи).

3. Які із запропонованих у таблиці програмних засобів вами використовуються під час вивчення дисциплін професійної підготовки (навпроти програмного засобу поставте +, якщо користуєтеся, та , якщо не користуєтеся)?

4. Запишіть у таблицю К.1 навпроти кожного програмного засобу інші дисципліни, під час вивчення яких ви ним користуєтеся. Якщо немає таких дисциплін поставте .

Таблиця К.1

Програми	Фізика	Вид роботи	Дисципліни професійної підготовки	Інші дисципліни
Microsoft Word				
Microsoft Excel				
Microsoft Access				
Microsoft Publisher				
Microsoft PowerPoint				
Paint				
Mathcad				
Workbench				
Компас				
Паскаль				
Delphi				
C++				

5. Запишіть, якими ще програмними засобами ви користуєтеся у навчанні та побуті й для чого вони вам потрібні.

1. _____ для _____

2. _____ для _____

Дякуємо за допомогу!

Додаток 3.2. Анкета експертної оцінки методики формування предметної компетентності з фізики в коледжах/технікумах із залученням систем комп'ютерної графіки

Шановні викладачі! Просимо Вас відповісти на питання анкети стосовно Вашої професійної діяльності та оцінити розроблену методичну систему за показниками формування предметної компетентності з фізики.

1. За яким фахом Ви закінчили заклад вищої освіти?

2. Вкажіть дисципліни, які ви викладаєте.

3. Який Ваш стаж педагогічної роботи?

4. Вкажіть Вашу категорію, педагогічне звання.

5. Чи пов'язана Ваша педагогічна діяльність з проблемою використання комп'ютерної графіки на заняттях з фізики (виберіть варіант відповіді з запропонованих)?

Не пов'язана

Пов'язана опосередковано

Частково пов'язана

Пов'язана

Оцініть ефективність використання методичної системи для розвитку компонентів предметної компетентності з фізики за п'ятибальною шкалою.

Шкала оцінювання ефективності використання методичної системи для розвитку компонентів предметної компетентності з фізики

1	2	3	4	5
Не доцільно	Більше недоцільно, ніж доцільно	Скоріш доцільно, ніж ні	Доцільно	Необхідно

Компоненти предметної компетентності з фізики в методичній системі

	Компоненти предметної компетентності	Зміст	Оцінка
1.	Когнітивний	Володіння на належному рівні системою предметних знань	
2.	Діяльнісний	Формування практичних вмінь і навичок здійснювати навчальну діяльність у предметній області та поза нею. Формування навичок дослідницької діяльності у навчанні фізики	
3.	Інформаційно-технологічний	Розуміння функціонування комп'ютерної техніки, здатність управляти інформацією та використовувати набуті в процесі навчання інформатиці та сучасним інформаційним і комунікаційним технологіям знання, уміння, навички та досвід в різних аспектах предметної діяльності	
4.	Особистісний	Формування інтересу та внутрішньої мотивації до застосування й опанування предметними знаннями та методами наукового дослідження. Усвідомлення потреби у самоосвіті, самореалізації.	

Дякуємо за допомогу!

Додаток 3.3. Вхідне тестування

Література: Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики / за ред. Гельфгата І. М. Харків: Гімназія, 2003 – 80 с.

Варіант 1

1. До приладів, які дозволяють визначити лінійні розміри тіла відносяться:
а) терези, б) мензурка, в) мікрометр, г) динамометр.

2. Визначте ціну поділки лінійки та довжину олівця (рис. 1).



Рис. 1

3. Визначте координати точки А у декартовій системі координат (рис. 2).

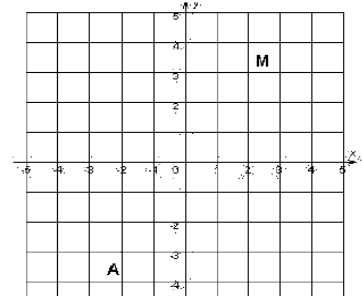
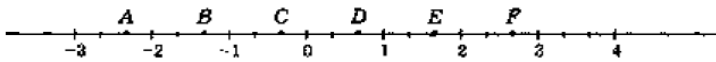


Рис. 2

4. Визначте координати точок А, С, Е.



5. За графіком (рис.3) залежності $v_x(t)$ визначте, на якому проміжку часу рух тіла був рівномірний і яка проекція швидкості тіла на цій ділянці.

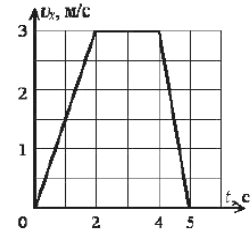


Рис. 3

6. Визначте за графіком прямолінійного рівномірного руху (рис. 4):
а) шлях пройдений матеріальною точкою за перші 5 од. часу;
б) швидкість матеріальної точки.

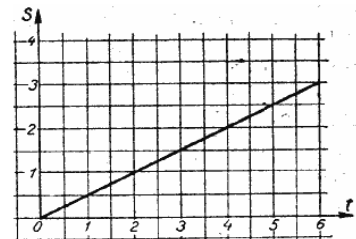


Рис. 4

7. На координатній площині (рис. 5) визначте проекцію вектора \overline{MN} на вісь ОХ та знайдіть рівний йому вектор.

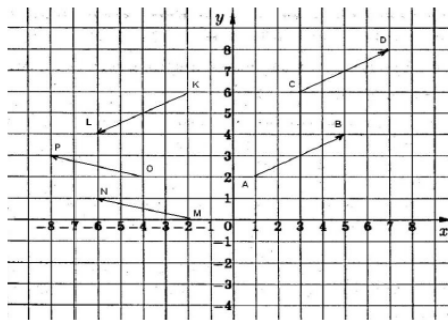


Рис. 5

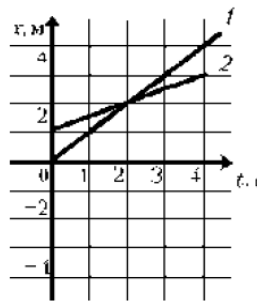


Рис. 6

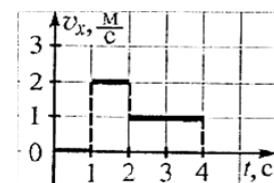
8. За графіками залежності $x(t)$ для двох тіл (рис. 6) визначте їх характер руху. Яке тіло рухається швидше? Визначте час зустрічі цих тіл.

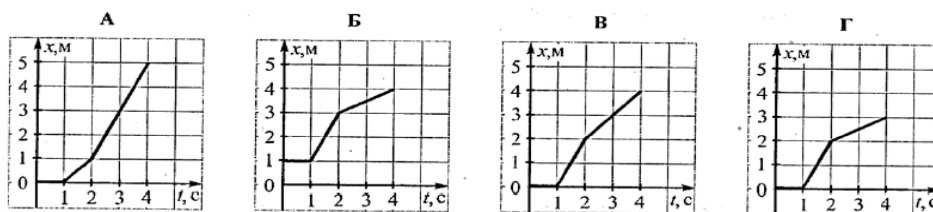
9. У результаті експерименту одержані дані були занесені до таблиці. За табличними даними побудуйте графік руху тіла, якщо $x(0)=0$. Зробіть аналіз цього графіка.

Час t, c	1	2	3	4	5	6	7
Координата x, m	0,25	0,75	1,25	1,5	1,75	1,75	2

10. Побудуйте графік залежності проекції швидкості від часу за її аналітичним виразом: $v_x = 2 - 2t$

11. Вкажіть графік руху, що відповідає вказаному на рисунку графіку проекції швидкості, якщо $x(0)=0$.





12. За графіком руху (рис. 7):

- 1) визначити швидкість руху для кожної ділянки руху;
- 2) написати рівняння руху для кожної ділянки руху;
- 3) знайти проекцію переміщення і пройдений шлях;
- 4) побудувати графіки проєкцій швидкості, переміщення та шляху залежно від часу.

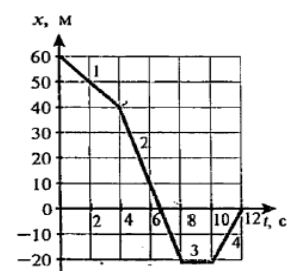


Рис. 7

Варіант 2

1. До приладів, які дозволяють визначити лінійні розміри тіла відносять:
 а) штангенциркуль, б) вимірювальна лінійка, в) мензурка,
 г) спідометр.

2. Визначте ціну поділки лінійки та діаметр кулі (рис. 1).

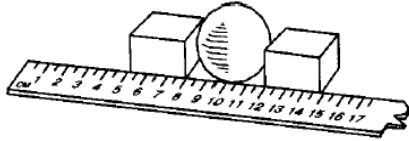


Рис. 1

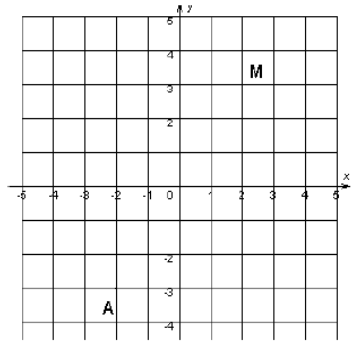


Рис. 2

3. Визначте координати точки М у декартовій системі координат (рис. 2).

4. Визначте координати точок В, D, F на координатній прямій

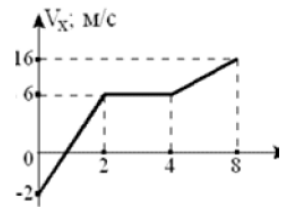
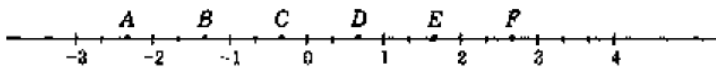


Рис. 3

5. За графіком залежності $v_x(t)$ (рис.3) визначте, на якому проміжку часу рух тіла був рівномірний, яка проекція швидкості тіла на цей ділянку.

6. Визначте за графіком прямолінійного рівномірного руху (рис. 4):

- а) шлях пройдений матеріальною точкою за перші 3с.
 б) швидкість матеріальної точки.

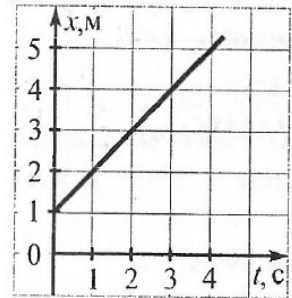


Рис. 4

7. На координатній площині (рис. 5) визначте проекцію вектора \vec{AB} на вісь OX та знайдіть рівний йому вектор.

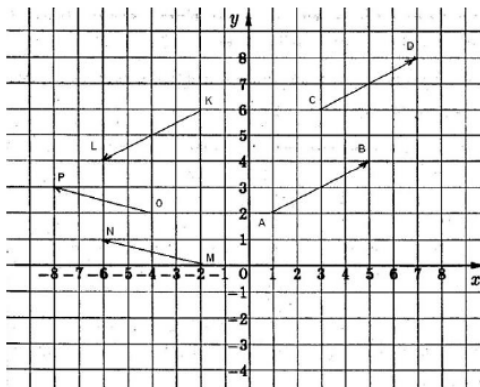


Рис. 5

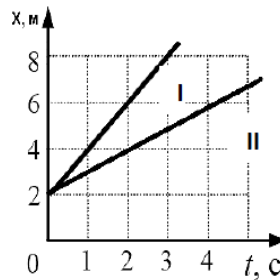


Рис. 6

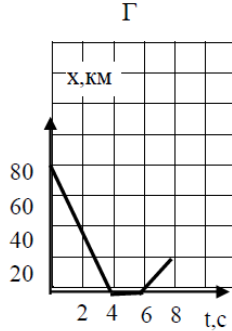
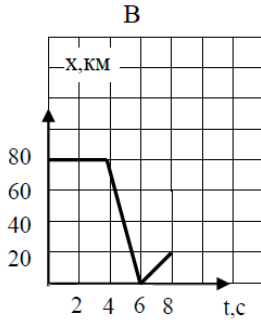
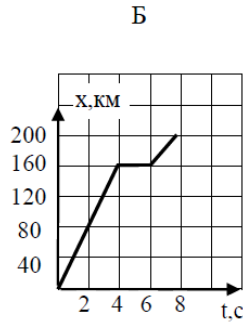
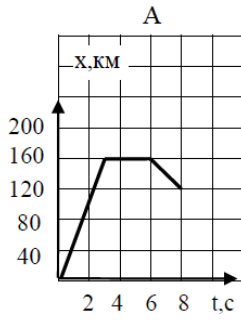
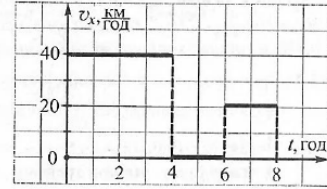
8. За графіками залежності $x(t)$ для двох тіл (рис. 6) визначте їх характер руху. Яке тіло рухається швидше? Визначте час їх зустрічі.

9. У результаті експерименту одержані дані були занесені до таблиці. За табличними даними побудуйте графік руху тіла, якщо $x(0)=0$. Зробіть аналіз цього графіка.

Час t, c	1	2	3	4	5	6	7
Координата x, m	0,5	1,5	2,5	2,5	2	1,5	1

10. Побудуйте графік залежності координати матеріальної точки від часу за її аналітичним виразом: $x = 5 + t$

11. Вкажіть графік руху, що відповідає вказаному на рисунку графіку проекції швидкості. Початкова координата дорівнює 0.



12. За графіком руху (рис.7):

- 1) визначити швидкість руху для кожної ділянки руху;
- 2) написати рівняння руху для кожної ділянки руху;
- 3) знайти проекцію переміщення і пройдений шлях;
- 4) побудувати графіки проекцій швидкості, переміщення та шляху залежно

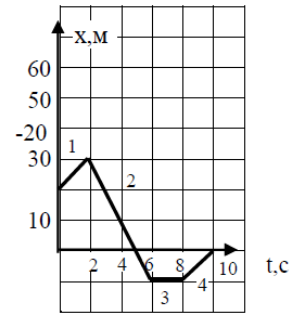


Рис. 7

Варіант 1.

Відповідь:

1	2	3	4	5	6	7	8	11	12
в	1мм; 9,1см	(-2;-3)	$A(-2\frac{1}{3}); C(-\frac{1}{3}); E(1\frac{2}{3})$	$[2;4]; 3\frac{M}{c}$	2,5; 0,5	$\frac{4}{OP}$	перше; 2с.	в	1)5;15;0;10. 2)x=60-5t; x=40-10 t;x=-20; x=-20+10t. 3)60м; 100м.

Критерії оцінювання (бали):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	0,5	1	0,5	2

Варіант 2.

Відповідь:

1	2	3	4	5	6	7	8	11	12
б	0,5см; 4см	(2;3)	$A(-1\frac{1}{3}); C(\frac{2}{3}); E(2\frac{2}{3})$	$[2;4]; 6\frac{M}{c}$	3; 1	4: \overline{CD}	перше; 0с.	б	1)5;10;0;5. 2)x=20+5t; x=30- 10t; x=-10; x=-10+5t; 3)20м; 60м.

Критерії оцінювання (бали):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	0,5	1	0,5	2

Шкала переведення балів:

1-3 бали – «2» (оцінка)

4-6 бали – «3» (оцінка)

7-9 бали – «4» (оцінка)

10-12 бали – «5» (оцінка)

Додаток К

Довідки про впровадження результатів педагогічного експерименту



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ГЛУХІВСЬКИЙ КОЛЕДЖ
 СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

вул. Терещенків, 36, м. Глухів, Сумська область, 41400, тел./факс(05444) 2-22-52

E-mail: hlukhiv_ksnau@ukr.net, ЄДРПОУ 39280553

Від 05.07.2018 N 01-07/14

ДОВІДКА

Про впровадження результатів наукового дослідження

Єфименко Світлани Миколаївни

З теми «Методика формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки»

За спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика).

На базі коледжу Глухівського агротехнічного інституту імені С.А. Ковпака Сумського національного аграрного університету упродовж 2017-2018 н.р. проходила апробація методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки. Під час експерименту був задіяний комплекс дидактичних матеріалів із залученням графічних засобів систем комп'ютерної математики Gran, Mathcad, комп'ютерних анімацій, створених автором на основі програми динамічної математики GeoGebra; впроваджена нова методика проведення лабораторного експерименту з фізики, у якій був залучений графічний потенціал сучасних програмних засобів та новітнього лабораторного обладнання. Під час експерименту викладачі фізики були ознайомлені з

рекомендаціями по проведенню моделювання фізичних процесів та явищ графічними засобами.

Експеримент показав позитивний вплив розробленої методичної системи на формування предметної компетентності з фізики, що є вагомим аргументом її застосування у навчанні фізики студентів коледжів.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Директор коледжу



О.Ф.Гладушка



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
**КИЇВСЬКИЙ ТЕХНІКУМ ЕЛЕКТРОННИХ
 ПРИЛАДІВ**

вул. Патриса Лумумби, 17, м.Київ, 01042
 тел.(044) 529-12-83, факс (044) 284-82-92
 E-mail: ktep2006@ukr.net, код ЄДРПОУ 21534941



За вагомий внесок
 по підготовці
 висококваліфікованих
 кадрів для народного
 господарства України та
 у зв'язку з 125-річчям від
 дня заснування
 нагороджений Почесною грамотою і
 пам'ятним знаком Кабінету Міністрів
 України

№ 163

На №

«11» липня 2018 року

Від _____

ДОВІДКА

Про впровадження результатів наукового дослідження

Єфименко Світлани Миколаївни

З теми «Методика формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки»

За спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика).

На базі Київського технікуму електронних приладів 2017-2018 р. проходила апробація методичної системи формування предметної компетентності студентів з фізики з використанням систем комп'ютерної графіки. Під час експерименту був задіяний у навчальний процес з фізики комплекс графічних імітаційних моделей, розроблений автором за допомогою програми GeoGebra, та запропоновані методичні рекомендації для їх використання; апробовані електронні засоби навчання для підготовки і проведення фізичного лабораторного експерименту, створені на основі графічних засобів системи комп'ютерної математики Mathcad; був залучений графічний потенціал вітчизняного програмного засобу Gran для моделювання процесів та явищ, впроваджені геометрично-графічний, координатно-графічний та графічний методи розв'язування фізичних задач.

На підставі позитивних результатів експериментального навчання можна зробити висновок, що запропонована методична система формування предметної компетентності з фізики є ефективною та доцільною для застосування у навчанні фізики студентів коледжів та технікумів.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Директор технікуму

А.К. Похресник





Міністерство освіти і науки України

**ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ТЕХНІКУМ КОНОТОПСЬКОГО ІНСТИТУТУ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

вул. Садова, 39, м. Конотоп, Сумської обл., 41615, т. (05447) 2-51-65, факс (05447) 2-51-71
E-mail: info@kpt.sumdu.edu.ua, ptkisumdu@gmail.com, код ЄДРПОУ 01393102

Від 05.07.2018 р. № 165/88.01-10

На № _____ від _____

ДОВІДКА

Про впровадження результатів наукового дослідження

Єфименко Світлани Миколаївни

З теми «Методика формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки»

За спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика).

У Політехнічному технікумі Конотопського інституту Сумського державного університету впродовж 2017-2018 н.р. проводилася експериментальна перевірка методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки відповідно до теми дисертаційної роботи аспіранта кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Основні теоретичні ідеї та методичні розробки автора, досвід упровадження результатів дослідження підтвердив актуальність і доцільність розробленої навчально-методичної системи, а використання дидактичних матеріалів забезпечувало ефективність та позитивний вплив на формування теоретичних та практичних знань з фізики, пізнавальну активність студентів.

Базуючись на результатах експериментального навчання можна зробити висновок, що запропонована Єфименко С.М. методична система формування

предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки є ефективною та доцільною для впровадження у навчальний процес коледжів та технікумів.

Довідка видана для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Директор ПТ КІСумДУ



Т.В.Гребеник



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ
імені Івана Кожедуба
ШОСТКИНСЬКОГО ІНСТИТУТУ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

вул. Інститутська, 1, м.Шостка, 41100, тел./факс: (05449) 7-31-20, 6-11-87

E-mail: Colledge@ukr.net

11.04.2018 № *190* На № _____ від _____

[За місцем захисту дисертації]

ДОВІДКА

Про впровадження результатів наукового дослідження Єфименко Світлани Миколаївни з теми «Методика формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки» за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика).

На базі Хіміко-технологічного коледжу імені Івана Кожедуба Шосткинського інституту Сумського державного університету впродовж 2015 – 2018 років проводилася експериментальна перевірка методичної системи формування предметної компетентності з фізики студентів коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем комп'ютерної графіки відповідно до теми дисертаційної роботи аспіранта кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

До освітньо-виховного процесу ХТК імені Івана Кожедуба ШІ СумДУ протягом експерименту були залучені:

1. Авторські методичні розробки з формування фізичної компетентності студентів хіміко-технологічного фаху під час лекційних і практичних занять, самостійної роботи з використанням засобів

комп'ютерної графіки, а саме: комп'ютерні графічні анімаційні моделі, електронна підтримка лабораторних робіт, практичних занять, створені на основі графічних засобів систем комп'ютерної математики Mathcad, GeoGebra, програмно-методичного комплексу GRAN.

2. Методичний посібник “Графічне моделювання фізичних явищ і процесів”, у якому подано концептуальні засади геометрично-графічного, графічного та координатно-графічного моделювання, формування фізичної компетентності за допомогою систем комп'ютерної графіки Mathcad, GeoGebra, ППЗ GRAN.

3. Java-аплети, освітні платформи, онлайн сервіси та програмні засоби створення інфографіки, інтелект-карт, інтерактивного відео, презентаційної графіки, електронні таблиці.

4. Графічні засоби цифрового лабораторного комплексу Register Data Logger.

Під час експерименту був прочитаний авторський інтегрований курс “Фізика” з елементами моделювання фізичних явищ та процесів засобами комп'ютерної графіки.

Основні теоретичні ідеї та методичні розробки Єфименко Світлани Миколаївни, досвід упровадження результатів дослідження, схвальні відгуки учасників експерименту, їхні позитивні результати під час формування теоретичних та практичних знань з фізики підтвердили актуальність і доцільність розробленої навчально-методичної системи, яку рекомендуємо до впровадження у навчання фізики студентів коледжів і технікумів.

Директор



Т.І.Сорока



Міністерство освіти і науки України
 Сумський державний університет
МАШИНОБУДІВНИЙ КОЛЕДЖ
 пр. Шевченка, 17, м. Суми, 40022, тел./факс: (0542)22-02-83,
 E-mail: info@mk.sumdu.edu.ua, Код ЄДРПОУ 05408289

Від 22.11.2018 № 1173
 На № _____ від _____

Про впровадження результатів наукового дослідження

Єфименко Світлани Миколаївни

**З теми «Методика формування предметної компетентності з фізики студентів
 коледжів техніко-технологічного напрямку з використанням систем
 комп'ютерної графіки»**

За спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика).

На базі Сумського будівельного коледжу (22 листопада 2017р.),
 Машинобудівного коледжу Сумського державного університету (22 листопада
 2018р.) Єфименко С.М. у рамках засідань обласного методичного об'єднання
 викладачів фізики і астрономії закладів вищої освіти I-II рівнів акредитації
 Сумської області ділилася власним досвідом і результатами впровадження у
 навчальний процес з фізики в коледжах і технікумах хіміко-технологічного
 напрямку засобів комп'ютерної графіки. Були прослухані і обговорені теми
 доповідей «Розвиток предметної компетентності з фізики студентів коледжів і
 технікумів із залученням систем комп'ютерної графіки»; «Результати
 експериментального дослідження формування предметної компетентності з
 фізики з використанням систем комп'ютерної графіки».

Голова ОМО викладачів
 фізики і астрономії ЗВО
 I – II р.а. Сумської області



I.M. Голубкова