

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М. П. ДРАГОМАНОВА МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

СІТАК Ірина Вікторівна

УДК 378.147:517.9:004

ДИСЕРТАЦІЯ

**«Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з
інформаційних технологій»**

спеціальність – 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика)

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

_____ Сітак І. В.

Науковий керівник
ВЛАСЕНКО Катерина Володимирівна
доктор педагогічних наук, професор

Харків – 2018

АНОТАЦІЯ

Сітак І. В. Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). – Дисертація виконана в Українській інженерно-педагогічній академії Міністерства освіти і науки України, захищена у спеціалізованій вченій раді Д 26.053.03 Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова Міністерства освіти і науки України. – Київ, 2018.

Дисертаційна робота є теоретико-експериментальним дослідженням проблеми розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь (надалі ДР) майбутніх бакалаврів, які навчаються за спеціальностями галузі знань 12 – Інформаційні технології (надалі ІТ).

Розв'язанню проблеми дослідження сприяло здійснення теоретичного аналізу стану навчання вищої математики майбутніх фахівців з ІТ у сучасних педагогічних, науково-методичних джерелах та в практиці роботи закладів вищої технічної освіти (надалі ЗВТО). За результатами аналізу підтверджено, що впровадження комп'ютерно-орієнтованих технологій у процес навчання ДР певним чином змінює традиційну дидактичну систему: враховуються особливості навчання ДР як розділу вищої математики та окремої дисципліни, уможлиблюється організація навчально-професійної діяльності студентів, забезпечуються навчальна інтерактивність під час аудиторного і самостійного опанування майбутніми фахівцями дисципліни через домінування методів інтерактивного навчання, як синхронного, так і асинхронного.

Представлено психолого-педагогічні основи навчання ДР, що підтвердили доцільність розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання. Обґрунтовано доцільність поетапного навчання ДР майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук (надалі КН) через формування в них матеріалізованих,

мовленнєвих і розумових дій. Дотримання зазначених етапів узгоджується з педагогічними засадами проектування навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців з ІТ.

Показано, що опанування майбутніми фахівцями з ІТ дисципліни під час етапів матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій уможлиблюється через застосування комп'ютерно-орієнтованого супроводу навчання ДР, що сприяє структурованому поданню навчального матеріалу та його перебудові за певною схемою чи процедурою; надає можливість створити мультисенсорне інтерактивне навчальне середовище з метою усвідомленого сприйняття й розуміння студентами досліджуваного процесу, здійснення його математичного опису; забезпечує врахування індивідуальних особливостей та можливостей майбутніх бакалаврів із засвоєння початкових відомостей; допомагає викладачу в організації проблемних ситуацій та управлінні навчально-професійною діяльністю студентів під час аудиторного і самостійного навчання.

Здійснений аналіз методичних передумов комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН засвідчив, що швидкий доступ студентів до систематизованих завдань та засобів, що мають супроводжувати підтримку їх розв'язування, можна забезпечити через розробку сайту, концепція створення якого сприятиме добору змісту, методів, форм і засобів навчання, уможливить встановлення зв'язків між елементами методики навчання, створюючи під час цього соціальну взаємодію як між студентом і викладачем, так і між студентами.

Обґрунтовано, що дотримання певних принципів особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного і системного підходів до навчання ДР обумовлює уточнення цілей, доповнення змісту, визначення методів та форм навчання, розроблення засобів, котрі є складовими комп'ютерно-орієнтованої методики навчання.

Представлено скореговані цілі навчання ДР студентів, які опановують спеціальність КН, що забезпечують результати, котрі полягають у сформованості вмінь майбутніх бакалаврів застосовувати процедури

розв'язування різних типів ДР і їхні систем, моделювати певні процеси за допомогою ДР, використовувати програмні засоби під час розв'язування завдань на дослідження властивостей математичних моделей, на розробку та дослідження алгоритмів функціонування комп'ютеризованих систем. Показано, що, доповнений систематизованими завданнями та професійно орієнтованими моделями реальних проблемних ситуацій, зміст навчання ДР вимагає поетапного залучення таких завдань під час формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій студентів. Створені засоби навчання передбачають використання комп'ютерно-орієнтованого супроводу через розробку та застосування матеріалів сайту, що через запропоновану концепцію забезпечують теоретичне й практичне аудиторне опанування дисципліни студентами, управління їхньою самостійною навчально-професійною діяльністю. Розроблені і представлені засоби комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання уможливають комбінування викладачем традиційних методів і форм навчання з інноваційними, сприяючи здійсненню переходів до більш активних з них та роблячи їх комп'ютерно-орієнтованими.

Здійснено експериментальну перевірку ефективності розроблених компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР, що підтвердила висновки про результативність її впровадження у навчальний процес майбутніх фахівців з ІТ. Висновки підтверджено статистично значущими позитивними змінами результатів навчання. Проведено аналіз результатів, що вказав на підвищення рівнів сформованості у студентів умінь застосування процедур розв'язування ДР, розвитку вміння математичного моделювання певних фізичних, економічних, соціальних процесів та сформованості інформатичних компетентностей.

Підтверджено, що розроблена комп'ютерно-орієнтована методика навчання ДР, контент створеного сайту «Диференціальні рівняння» (режим доступу: <http://difur.in.ua/>) та навчально-методичний посібник «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь» можуть бути використані викладачами ЗВТО під час навчання ДР майбутніх бакалаврів з

КН, викладачами закладів вищої педагогічної освіти з метою підготовки викладачів математичних дисциплін для ЗВТО.

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що:

– уперше розроблено й науково обґрунтовано комп'ютерно-орієнтовану методику навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій, згідно з якою цілі навчання спрямовані на фундаменталізацію підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій, на формування їхніх математичних та інформатичних компетентностей; зміст навчання доповнений професійно орієнтованими моделями реальних проблемних ситуацій і систематизованими завданнями для аудиторної та самостійної роботи студентів; методи навчання сфокусовані на формування в студентів умінь застосовувати процедури розв'язування диференціальних рівнянь та їхніх систем, на розвиток умінь і навичок математичного моделювання певних фізичних, економічних, соціальних процесів, а засоби навчання передбачають використання комп'ютерно-орієнтованих технологій для супроводу теоретичного й практичного навчання дисципліни та управління самостійною навчально-професійною діяльністю студентів; побудовано концепцію інтерактивного сайту «Диференціальні рівняння» для реалізації навчання дисципліни як у синхронному, так і в асинхронному режимах;

– удосконалено концепцію навчально-методичного забезпечення навчання диференціальних рівнянь, що дає змогу організовувати навчально-професійну діяльність майбутніх фахівців з ІТ через використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання;

– подальшого розвитку набули психолого-педагогічні основи навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ на основі використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання, що можуть бути застосовані викладачем на різних етапах формування матеріалізованих, мовленнєвих, розумових дій студентів для інформаційного постачання їхньої першої сигнальної системи.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у наступному:

– упроваджено компоненти комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій у навчальний процес Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Донбаської державної машинобудівної академії, Приазовського державного технічного університету, Вінницького національного технічного університету та Криворізького металургійного інституту Національної металургійної академії України;

– створено та впроваджено в навчальний процес сайт «Диференціальні рівняння», використання якого через окреслення зв'язків між компонентами розробленої методики навчання сприяє організації освітнього процесу за змішаною моделлю й забезпечує синхронний та асинхронний режими навчання студентів;

– розроблено систему завдань, використання якої спрямоване на формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій студентів, дидактичний супровід аудиторних занять та самостійної роботи студентів у вигляді динамічних моделей, тренажерів, процедур розв'язування ДР, комп'ютерного онлайн-тестування;

– підготовлено навчально-методичний посібник «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь» для майбутніх фахівців з ІТ, де систематизовано професійно орієнтовані завдання; його використання під час навчання дає змогу застосовувати контент сайту «Диференціальні рівняння».

Ключові слова: комп'ютерно-орієнтована методика навчання, диференціальні рівняння, майбутні бакалаври, комп'ютерні науки, інформаційні технології, етапи формування матеріалізованих, мовленнєвих, розумових дій, сайт, процедури розв'язування диференціальних рівнянь, математичне моделювання, інформатичні компетентності.

ANNOTATION

Sitak I.V. Methods for teaching differential equations to bachelor students in Information Technologies. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Pedagogical Sciences on the specialty 13.00.02 – theory and methods of teaching (mathematics). – The thesis was conducted at the Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy of Ministry of Education and Science of Ukraine, protection will be held in the specialized academic council D 26.053.03 of the National Pedagogical University named after M.P Drahomanov of Ministry of Education and Science of Ukraine. – Kyiv, 2018.

The thesis is a theoretical and experimental study of the problem of developing computer-based methods for teaching differential equations (DE) to bachelor students studying in the field of knowledge 12 – Information Technology (IT).

The solution to the research problem has been contributed by the theoretical analysis of the state of higher mathematics education of future IT specialists in modern pedagogical, scientific and methodological sources and in the practice of higher technical education institutions (HTEI). According to the results of the analysis, it has been confirmed that the introduction of computer-based methods into the teaching process of DE changes the traditional didactic system in a certain way. Namely, the features of studying DE both as a section of higher mathematics and as a separate discipline are taken into account, the organization of educational and professional activity of students becomes possible, educational interactivity is provided during the classroom and independent mastering by future discipline specialists through the domination of interactive learning methods, both synchronous and asynchronous.

The psychological and pedagogical bases of DE studies have been presented, which proves the feasibility of developing a computer-based teaching methods. The expediency of stage-by-stage study of bachelor students in computer sciences (CS) has been substantiated through the formation of materialized speech and mental activities in them. Compliance with the specified stages is consistent with the

pedagogical principles of designing the educational and professional activities of bachelor students in Information Technologies.

We have shown that mastering the discipline by bachelor students in IT during the stages of materialized speech and mental activities becomes possible using computer-based support of DE studies. It facilitates the structured presentation of educational material and its restructuring according to a certain scheme or procedure. It provides the opportunity to create multisensory interactive learning environment with the purpose of conscious perception and understanding of the investigated process by students, the implementation of its mathematical description. It ensures that the individual characteristics and opportunities of bachelor students are taken into account in assimilating the initial information. It assists the teacher in organizing problem situations and managing the teaching and professional activities of students during classroom and independent mastering.

The analysis of the methodical background of the computer-based teaching of DE to bachelor students in Computer Sciences has testified that rapid access of students to systematic tasks and means to accompany the support of their solution can be ensured through the development of a website, the concept of which will contribute to the selection of content, methods, forms and means of training, will make it possible to establish links between the elements of the teaching methodology, creating social interaction both between students and teachers and between students during this process.

It has been substantiated that the observance of certain principles of personally oriented activity, competence and systematic approaches to DE studies stipulates clarification of goals, content supplementation, determination of methods and forms of learning, development of tools that are components of computer-based teaching methods.

Corrected training goals of teaching DE to students in Computer Sciences that provide the results, which consist of the formation of skills of bachelor students to apply procedures for solving different types of DE and their systems, to simulate certain processes with the help of DE, to use the software during the decision-making

process, tasks for studying the properties of mathematical models, for the development and research of algorithms for the functioning of computerized systems have been introduced. It was shown that, supplemented by systematic tasks and professionally-oriented models of real problem situations, the content of DE studies requires a step-by-step involvement of such tasks during the formation of students' materialized, speech and mental activities. The created means of training involve the use of computer-based support through the development and application of the materials of the site, which through the proposed concept provide theoretical and practical auditory mastering of discipline by students, and management of their independent educational and professional activities. The developed and presented means of computer-based teaching methods enable the trainer to combine traditional methods and forms of teaching with innovations, facilitating the implementation of transitions to more active ones and making them computer-based.

The experimental verification of the effectiveness of the developed components of the computer-based teaching methods of DE has been carried out, which confirms the conclusions about the effectiveness of its implementation in the educational process of bachelor students in IT. The findings have been confirmed by statistically significant positive changes in the results of teaching. The analysis of the results has been carried out, which indicates the increase in the levels of students' ability to apply procedures for solving DE, the development of mathematical modeling skills of certain physical, economic, social processes and the formation of informational competencies.

We have confirmed that the computer-based methods of DE studies, the content created by the site "Differential Equations" (URL : <http://difur.in.ua/>) and the educational-methodical manual "Computer-based practical classes on differential equations" can be used by HTEI teachers while teaching DE to bachelor students in CS, and teachers of higher pedagogical education institutions in order to prepare teachers of mathematical disciplines for the HTEI.

The scientific novelty of the study lies in the fact that:

– for the first time a computer-based methods of teaching differential equations to bachelor students in IT have been developed and scientifically substantiated. The aims of the teaching are directed at the fundamental training of bachelor students in IT, and the formation of their mathematical and informational competencies. The content of the training is supplemented by professional-oriented models of real problem situations and systematic tasks for class and independent work of students. Teaching methods are focused on the ability of students to apply the procedures for solving differential equations and their systems, to develop the skills and abilities of mathematical modeling of certain physical, economic and social processes, and the means of teaching involve the use of computer-based methods for the support of theoretical and practical training of discipline and management of independent educational and professional activity of students;

– the concept of teaching and methodical provision of teaching differential equations has been improved, which makes it possible to organize the training and professional activities of bachelor students in IT through the use of computer-based teaching methods;

– further development of the psychological and pedagogical bases of teaching differential equations to bachelor students in IT on the basis of the use of computer-based teaching tools that can be used by a teacher at different stages of the formation of materialized, speech, intellectual actions of students in order to inform their first signaling system .

The practical value of the received results of the research consists in the following:

– the components of the computer-based methods for teaching differential equations to bachelor students in IT have been implemented in the educational process of Volodymyr Dahl Institute of Chemical Technologies (Rubizhne) of East-Ukrainian National University, the Donbas State Machine-Building Academy, the Priazov State Technical University, Vinnytsia National Technical University and Kryvy Rih Metallurgical Institute of the National Metallurgical Academy of Ukraine;

– the site "Differential Equations" has been created and implemented in the educational process, the use of which through the establishment of links between the components of the developed teaching methods contributes to the organization of educational process on the mixed model and provides a synchronous asynchronous student training regimes;

– a system of tasks has been developed that ensures the formation of materialized, speech and mental activities of students, didactic support of classroom activities and independent work of students in the form of dynamic models, simulators, procedures for solving DE, and computer online testing;

– a methodological manual "Computerized Practical Classes on Differential Equations" for bachelor students in IT has been prepared, in which the professionally-oriented tasks are systematized and the use of which during the study provides the opportunity to use the content of the site "Differential Equations".

Key words: computer-based teaching methods, differential equations, bachelor students, computer science, Information Technologies, stages of formation of materialized, speech and mental actions, site, procedures for solving differential equations, mathematical modeling, computer competence.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Сітак І. В. Диференціальні рівняння [Електронний ресурс]. / І. В. Сітак / [Веб-сайт]. – Електронні дані. – ІХТ СНУ ім. В. Даля, Рубіжне, 2014. – Режим доступу: <http://difur.in.ua/> – Назва з екрана.

2. Сітак І. В. Методика створення системи завдань комп'ютерно-орієнтованого опанування майбутніми фахівцями з інформаційних технологій диференціальних рівнянь. / І. В. Сітак // Проблеми інженерно-наукової освіти : зб. наук. праць. – Х : Вид-во УІПА, 2015. – Вип. 48–49. – С. 286–295.

3. Власенко К. В. Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття із диференціальних рівнянь : навч.-метод. посіб. для майбутніх фахівців із

інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак. – Харків : Видавництво Лідер, 2016. – 220 с.

4. Власенко К. В. Комп'ютерно-орієнтоване теоретичне навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, С. В. Волков, І. В. Сітак // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти : зб. наук. праць. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2016. – Вип. 8. – С. 172–179.

5. Сітак І. В. Аналіз стану розробки проблеми створення комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців із комп'ютерних наук та інформаційних технологій / І. В. Сітак // *Social and Economic Priorities in the Context of Sustainable Development. Monograph.* Opole : The Academy and Management and administration in Opole, 2016. – P. 257–263.

6. Сітак І. В. Комп'ютерно-орієнтоване навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Проблеми інженерно-наукової освіти : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УПА, 2016. – Вип. 50–51. – С. 177–189.

7. Сітак І. В. Методика комп'ютерно-орієнтованого практичного навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки. – Черкаси : Вид-во ЧНУ, 2016. – № 11. – С. 3–12.

8. Сітак І. В. Методичні передумови комп'ютерно-орієнтованого опанування бакалаврами з інформаційних технологій диференціальних рівнянь / І. В. Сітак // Гуманітарний вісник ДВНЗ Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди - Додаток 1 до Вип. 37. Том III (71) : Тематичний випуск Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітнього простору. – Київ : Гнозис, 2016. – С. 261–274.

9. Сітак І. В. Психологічні основи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Актуальні

проблеми природничо-математичної освіти : зб. наук. праць. –Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2016. – Вип. 7.– С. 235–241.

10. Vlasenko K. The design of the components of a computer-oriented methodical system of teaching differential equations of future information technology specialists / K.Vlasenko, N. Rotaneva, I. Sitak // International Journal of Engineering Research and Development. – Vol. 12. – Issue 12 (December 2016). – P. 09–16.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

11. Сітак І. В. Аналіз поняття інформаційно-аналітичних умінь студентів ВТНЗ за напрямом підготовки «Інформатика» / І. В. Сітак // П'ятнадцята міжнародна наукова конференція ім. академіка М. Кравчука, 15 – 17 травня 2014 р., м. Київ Т.4 : Історія та методика математики. [Оргком. М. Згуровський та ін.] – Київ : НТУУ КПІ, 2014. – С. 43–45.

12. Власенко К. В. Забезпечення наступності під час комп'ютерно орієнтованого навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак // Реалізація наступності в математичній освіті: реалізації та перспективи : зб. наук. праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції, 15-16 вересня 2016 р. / Міністерство освіти і науки України, ДЗ ПНПУ імені К. Д. Ушинського [та ін.]. – Харків : Вид-во Ранок, 2016. – С. 150–152.

13. Власенко К. В. Методичні вимоги до засобів навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак // Лабіринти реальності : зб. наук. праць / [За заг. редакцією д. філос. н. М. А. Журби]. – Монреаль : СРМ AS, 2016. – С. 38–41.

14. Коваленко Д. А. Застосування хмарних технологій у навчанні математики / Д. А. Коваленко, А. О. Топчій, І. В. Сітак, // Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів : зб. наук. праць за матеріалами II Всеукраїнської науково-технічної конференції (18-25 квітня 2016 р., м. Рубіжне,). – Рубіжне, вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – С. 12–14.

15. Сітак І. В. Дидактичне призначення комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак, К. В. Власенко // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій / Тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції (21 – 23 вересня 2016 р., м. Запоріжжя). – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – С. 303–305.

16. Сітак І. В. Особливості створення системи комп'ютерно-орієнтованих завдань з диференціальних рівнянь для майбутніх фахівців з інформаційних технологій / І. В. Сітак, В. М. Давиденко, // Актуальні проблеми та перспективи розвитку гуманітарного знання у сучасному інформаційному просторі: національний та інтернаціональний аспекти: зб. наук. праць / [За редакцією д. філос. н. М. А. Журби]. – Частина 1. – Монреаль : ЦСП НБК; Сєверодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – С. 38–41.

17. Власенко К. В. Експериментальна перевірка результативності впровадження методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак // Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики : Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції до 70-річчя кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М. П. Драгоманова (11-13 травня 2017 р., м. Київ). – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2017 – С. 98–99.

18. Власенко К. В. Перевірка результативності формування дій під час навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак // Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (Мелітополь, 11 – 13 вересня 2017 р.) – Мелітополь : ТОВ Колор Принт, 2017 – С. 25–27.

19. Власенко К. В. Результати впровадження комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак, І. М. Реутова //

Матеріали Міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2017) м. Черкаси, 26 – 28 жовтня 2017 р. – Черкаси : ФОП Гордієнко Є. І., 2017. – С. 215–216.

20. Власенко К. В. Управління самостійною навчально-професійною діяльністю бакалаврів з інформаційних технологій під час навчання диференціальних рівнянь / К. В. Власенко, О. О. Чумак, І. В. Сітак // Глобальні виклики педагогічної освіти в університетському просторі : тези доповідей III Міжнародного конгресу (18 – 21 травня 2017 р., Одеса). – Одеса : Вид-во Ранок, 2017. – С. 223–224.

21. Сітак І. В. Модель упровадження комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної Всеукраїнської наукової конференції «Математика у сучасному університеті XXI сторіччя», 15 – 16 травня, 2017 р., Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – С. 165–167.

22. Сітак І. В. Освітній сайт у навчанні диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Сучасна освіта та інтеграційні процеси: зб. наук. праць Міжнародної науково-методичної конференції, 22 – 23 листопада 2017 року, м. Краматорськ, під заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук., проф. – Краматорськ : ДГМА, 2017 – С. 190–192.

23. Топчий А. О. Програмні засоби розробки динамічних моделей / А. О. Топчий, І. В. Сітак // Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів : Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18 – 24 квітня 2017 р., м. Рубіжне / Ілляшенко О. В., Рубан Е. В. – Харків : Мачулін, 2017. – С. 299–301.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

24. Давиденко В. М. Соціально-гуманітарні аспекти сучасних інформаційних систем / В. М. Давиденко, І. В. Сітак, А. С. Тімошин // Актуальні проблеми та перспективи розвитку гуманітарного знання у

сучасному інформаційному просторі: національний та інтернаціональний аспекти: зб. наукових праць / за заг. ред. к.філос.н. Журби М. А. – Частина 1. – Луганськ : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2011. – С. 354 – 357.

25. Давиденко В. М. Індивідуальний підхід в організації навчання з математичних дисциплін для студентів спеціальності Інформатика / В. М. Давиденко, І. В. Сітак // Розвиток наукових досліджень-2012 / Матеріали Восьмої міжнародної науково-практичної конференції (19 – 21 листопада 2012 р., м. Полтава) – Полтава : Вид-во ІнтерГрафіка, 2012. – Т. 5. – С. 35–39.

26. Сітак І. В. Організація математичної підготовки майбутніх інженерів у вищому технічному навчальному закладі / І. В. Сітак, В. М. Давиденко // *Virtus: scientific journal*, may, 2015, issue 2. – Publishing house Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University, 2015. – P. 139–142.

27. Сітак І. В. Комп'ютерно орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь для бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Інноваційні підходи і сучасні наука : зб. Центру наукових публікацій Велес II Міжнародної науково-практичної конференції, 2 частина м. Київ : зб. статей (рівень стандарту, академічний рівень). – Київ : Центр наукових публікацій, 2016. – С. 103–107.

28. Сітак І. В. Особливості навчання диференціальних рівнянь студентів спеціальності Комп'ютерні науки та інформаційні технології / І. В. Сітак // Развитие науки в XXI веке : сб. статей научно-информационного центра Знание по материалам XIII Международной конференции / г. Харьков : сб. со статьями (уровень стандарта, академический уровень). – Х. : научно-информационный центр Знание, 2016. – 4 часть. – С. 76–81.

29. Давиденко В. М. Требования к выбору методов обучения дифференциальным уравнениям бакалавров по информационным технологиям / В. М. Давиденко, Т. Н. Матейко, И. В. Ситак // *Virtus : scientific journal*, 2017, issue 14. – Publishing house Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University, 2017. – P. 139–142.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	19
ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ З КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК.....	30
1.1. Навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій як педагогічна проблема.....	30
1.2. Психолого-педагогічні основи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук	45
1.3. Комп'ютерно-орієнтоване навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій.....	66
1.4. Методичні передумови комп'ютерно-орієнтованого навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук	86
Висновки до розділу 1.....	107
РОЗДІЛ 2. КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	109
2.1. Проектування компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій.....	109
2.2. Реалізація комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук.....	124
2.2.1. Використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час лекційних занять з дисципліни.....	125

2.2.2. Комп'ютерно-орієнтований супровід практичних занять з дисципліни	138
2.2.3. Управління самостійною навчально-пізнавальною діяльністю майбутніх фахівців з інформаційних технологій під час навчання диференціальних рівнянь.....	158
2.2.4 Структура комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій.....	173
2.3. Експериментальна перевірка результативності комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій.....	178
Висновки до розділу 2.....	195
ВИСНОВКИ.....	199
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	203
ДОДАТКИ.....	245

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДР	Диференціальні рівняння
ДРВП	Диференціальні рівняння вищих порядків
ЕГ	Експериментальна група
ЗВО	Заклади вищої освіти
ЗВТО	Заклади вищої технічної освіти
ІКТ	Інформаційно-комунікаційні технології
ІТ	Інформаційні технології
КГ	Контрольна група
КН	Комп'ютерні науки
КОМН	Комп'ютерно-орієнтована методика навчання
КОМСН	Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання
КОТ	Комп'ютерно-орієнтовані технології
ЛОДР	Лінійні однорідні диференціальні рівняння
ЛНДР	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння
СКА	Система комп'ютерної алгебри
СКМ	Система комп'ютерної математики
ООД	Орієнтовна основа діяльності
ОП	Освітня програма
ППЗ	Педагогічні програмні засоби
CMS	Content Management Systems
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics

ВСТУП

Актуальність теми. Стрімкий розвиток комп'ютерної техніки, систем автоматизованого керування, систем моделювання технологічних процесів та їх поширене використання в усіх галузях виробництва призвели до підвищення попиту на фахівців з *інформаційних технологій*.

Стратегічні завдання підготовки таких фахівців регламентовані «Національною стратегією розвитку освіти України на період до 2021 року» [220], Законом України «Про вищу освіту» [135], Указом Президента «Про стратегію сталого розвитку «Україна – 2020» [302], STEM-програмами (Science, Technology, Engineering and Mathematics) [10] підготовки фахівців європейського рівня, що активно впроваджуються в українську освіту. У документах зосереджена увага на важливості професійної підготовки майбутніх фахівців, зокрема бакалаврів, які навчаються за спеціальностями галузі знань 12 – Інформаційні технології (надалі ІТ), через покращення математичної освіти.

У працях науковців М. І. Жалдака [132], Ю. С. Рамського [246], С. А. Ракова [245], Ю. В. Триуса [297], С. О. Семерікова [263], Ю. В. Горошка [108], О. В. Бахусової [63], Ю. І. Бочар [80], О. Г. Глазунової [103], Є. В. Громова та Т. В. Ящун [325], О. М. Дубиніної [123], Л. А. Матвійчук [192], Л. Л. Омельчук [229], А. В. Чорної [309], наголошено на тому, що рівень математичної підготовки майбутніх фахівців з ІТ впливає на їхню майбутню професійну успішність. Учені акцентували увагу на важливості навчання студентів математичних дисциплін, опанування яких сприятиме формуванню в них вміння створювати й досліджувати математичні моделі реальних об'єктів, процесів і явищ.

З математичними моделями, зокрема з диференціальними моделями різноманітних процесів, майбутні фахівці з ІТ ознайомлюються під час вивчення *диференціальних рівнянь* (надалі ДР).

Проблеми формування вміння математичного моделювання під час навчання ДР студентів педагогічних університетів досліджували Р. М. Асланов [56], Д. О. Гальченко [99], І. В. Лов'янова [182], Г. О. Михалін [208]. У працях В. А. Петрук [235], К. І. Словак [285] розроблено шляхи навчання ДР майбутніх економістів. Особливості навчання ДР студентів технічних спеціальностей аналізували М. Б. Вахджіра [83], Т. В. Крилова [172], І. В. Михайленко [204], О. М. Холькін [305]. Водночас дослідження, присвячені розробленню методики навчання ДР студентів спеціальності майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук (надалі КН), практично відсутні.

Методика навчання використання інформаційних технологій майбутніми інженерами під час опанування ДР розроблена З. В. Бондаренко та В. І. Клочком [160]. Науковці наголошували на важливості врахування викладачем змін, що відбуваються в системі професійних умінь студентів спеціальності 122 – Комп'ютерні науки, через постійне оновлення засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій.

Крім зміни вимог до формування професійних умінь студентів досліджуваної спеціальності та модернізації засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій, упродовж останніх років констатовані модифікації, що пов'язані з наказом Міністерства освіти і науки України від 06 листопада 2015 року № 1151 «Про особливості запровадження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 року № 266» [217]. До галузі знань 12 – Інформаційні технології зараховано напрями з різних галузей знань, кожна з яких спроможна самостійно запроваджувати стандарти навчання. Певна частина вищих закладів освіти обрала шлях виокремлення розділів вищої математики в навчальні курси, інша частина – залишила курс навчання вищої математики без змін. Перехід до навчання ДР як окремої дисципліни забезпечив збільшення часу на її опанування й формування компетентностей, необхідних для майбутньої професійної діяльності фахівця в галузі ІТ.

На думку І. М. Біляй [69], З. В. Бондаренко [78], К. В. Власенко [95], Ю. В. Горошка [108], Д. Є. Губар [113], М. І. Жалдака [131], В. І. Клочка [159], Н. В. Морзе [211], М. В. Працьовитого [241], С. А. Ракова [245], Ю. С. Рамського [246], С. О. Семерікова [262], О. В. Співаковського [289], Ю. В. Триуса [297], О. О. Чумак [310], О. М. Яцько [324], зменшити відмінність у підходах до вивчення диференціальних рівнянь під час аудиторного й самостійного опанування математичних дисциплін може створення та використання *комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання* (надалі КОМСН).

Кожен із названих учених зробив вагомий внесок у створення комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання математичних дисциплін. Однак науковці не ставили за мету використовувати комп'ютерно-орієнтовані технології як систематизовані технології супроводу етапів формування в студентів матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій, дотримання яких сприятиме процесу здобування майбутніми бакалаврами з КН умінь застосовувати процедури розв'язування ДР та їхніх систем, математичного моделювання найбільш поширених фізичних, економічних і соціальних процесів, а також формуванню інформатичних компетентностей під час навчання ДР.

Неповною мірою досліджені проблеми обґрунтування теоретичних основ комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ, розроблення й використання якої в освітньому процесі може сприяти запровадженню STEM-підходів до навчання ДР і забезпеченню зв'язку між фундаментальними та спеціальними дисциплінами.

Отже, попри суттєві досягнення в напрямі комп'ютерно-орієнтованого навчання математичних дисциплін майбутніх фахівців з ІТ, існують суперечності: між методиками впровадження в заклади вищої технічної освіти (надалі ЗВТО) європейських стандартів навчання, що передбачають використання STEM-програм підготовки фахівців, та традиційними методиками організації математичної освіти майбутніх бакалаврів з КН;

стрімким оновленням комп'ютерно-орієнтованих технологій, що супроводжують більшу частину повсякденного життя майбутніх фахівців з ІТ, і недостатнім використанням їх у процесі навчання ДР; між професійною вимогою у високому рівні сформованості в майбутнього бакалавра з КН уміння математичного моделювання та інформатичних компетентностей і реальним рівнем їх сформованості в студентів.

Зазначені суперечності зумовлюють актуальність проблеми й необхідність теоретичного обґрунтування та створення комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР, що базовані на: виокремленні цілей навчання, досягнення яких має забезпечити математичну підготовку майбутніх бакалаврів з КН на належному рівні; доповненні змісту навчання професійно орієнтованими завданнями; доцільному й виваженому використанні методів, засобів і форм комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Наявність суперечностей, важливість проблеми та недостатній рівень її розв'язання в науково-методичній літературі аргументували обрання теми дослідження: **«Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій».**

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям дисертаційного пошуку – складник науково-дослідницької держбюджетної теми кафедри вищої математики Донбаської машинобудівної академії «Комп'ютерно-орієнтоване моделювання технічних, фізичних, економічних та дидактичних систем під час навчання математичних дисциплін у ВНЗ» (номер державної реєстрації Дк – 06 – 2016).

Тема роботи затверджена науково-технічною радою Української інженерно-педагогічної академії (протокол № 9 від 17 травня 2016 р.) й узгоджена Радою з координації наукових досліджень у галузі педагогіки та психології в Україні (протокол № 5 від 14 червня 2016 р.).

Об'єкт дослідження – процес навчання вищої математики майбутніх фахівців з інформаційних технологій у закладах вищої технічної освіти.

Предмет дослідження – комп'ютерно-орієнтована методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій у закладах вищої технічної освіти.

Гіпотеза дослідження – цілеспрямоване використання під час навчання ДР майбутніх фахівців з інформаційних технологій науково обґрунтованої комп'ютерно-орієнтованої методики навчання створює можливості для підвищення рівня сформованості вмінь студентів застосовувати процедури розв'язування диференціальних рівнянь і їхніх систем, розвитку вміння математичного моделювання певних фізичних, економічних, соціальних процесів, формування в майбутніх фахівців інформатичних компетентностей.

Мета дослідження полягає в науковому обґрунтуванні й розробленні комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук та в експериментальній перевірці її результативності.

Відповідно до мети сформульовано такі **завдання**:

1) дослідити стан опрацювання проблеми навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ у сучасних психолого-педагогічних, науково-методичних джерелах та в практиці роботи закладів вищої технічної освіти;

2) проаналізувати досвід використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання математичних дисциплін студентів закладів вищої освіти, з'ясувати психолого-педагогічні й методичні передумови застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з КН;

3) уточнити цілі, доповнити зміст, обрати методи й форми навчання, розробити засоби, сукупність яких становитиме основу комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН;

4) виконати експериментальну перевірку результативності запропонованих компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Сформульовані завдання зумовили вибір **методів дослідження**, використання яких дало змогу обґрунтувати результати та гарантувало їхню достовірність.

Теоретичні методи: системний і порівняльний аналіз результатів психолого-педагогічних, науково-методичних досліджень, нормативних документів (пп. 1.1, 1.2, 1.3 дисертації), з'ясування особливостей організації навчання диференціальних рівнянь у технічних університетах (пп. 1.1, 1.2), синтез, систематизація, узагальнення наявних теоретичних положень, методик і практичних результатів та їх порівняння, що сприяли організації комп'ютерно-орієнтованого навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з КН (пп. 1.4, 2.1, 2.2), теоретичне проектування й моделювання комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ (пп. 2.1, 2.2), методи математичної статистики (п. 2.3).

Емпіричні методи: педагогічний експеримент, педагогічне спостереження, бесіди з викладачами вищої математики, студентами, які опановують комп'ютерні спеціальності, анкетування викладачів і студентів ЗВТО, учнів старших класів стосовно основних аспектів порушеної проблеми, аналіз усних відповідей та письмових робіт із диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ (пп. 1.1, 2.3).

Експериментальні методи: констатувальний, пошуковий і формувальний етапи педагогічного експерименту для апробації окремих компонентів запропонованої комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР та експериментального впровадження в практику закладів вищої технічної освіти основних положень дослідження (пп. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3).

Статистичні методи: методи математичної статистики, комп'ютерне оброблення статистичних даних – для кількісного та якісного аналізу результатів дослідницько-експериментальної роботи (пп. 2.3).

Методологічною основою дослідження є концептуальні положення теорії пізнання; теоретико-методологічні основи професійної підготовки фахівців; основні засади особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного й

системного підходів до навчання; теорія поетапного формування розумових дій; теорії та методики розроблення сучасних педагогічних технологій та їх упровадження в професійну підготовку фахівців, зокрема інформаційних, використання комп'ютерних засобів у процесі навчання, формування інформатичних компетентностей майбутніх фахівців з ІТ; положення про активізацію навчальної діяльності засобами ІКТ; теорія комбінованого (змішаного) навчання як основи розроблення комп'ютерно-орієнтованих методик навчання.

Наукова новизна дослідження зумовлена такими фактами:

– *уперше розроблено й науково обґрунтовано* комп'ютерно-орієнтовану методику навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій, згідно з якою цілі навчання спрямовані на фундаменталізацію підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій, на формування їхніх математичних та інформатичних компетентностей; зміст навчання доповнений професійно орієнтованими моделями реальних проблемних ситуацій і систематизованими завданнями для аудиторної та самостійної роботи студентів; методи навчання сфокусовані на формування в студентів умінь застосовувати процедури розв'язування диференціальних рівнянь та їхніх систем, на розвиток умінь і навичок математичного моделювання певних фізичних, економічних, соціальних процесів, а засоби навчання передбачають використання комп'ютерно-орієнтованих технологій для супроводу теоретичного й практичного навчання дисципліни та управління самостійною навчально-професійною діяльністю студентів; побудовано концепцію інтерактивного сайту «Диференціальні рівняння» [268] для реалізації навчання дисципліни як у синхронному, так і в асинхронному режимах;

– *удосконалено* концепцію навчально-методичного забезпечення навчання диференціальних рівнянь, що дає змогу організувати навчально-професійну діяльність майбутніх фахівців з ІТ через використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання;

– *подальшого розвитку набули* психолого-педагогічні основи навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ на основі використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання, що можуть бути застосовані викладачем на різних етапах формування матеріалізованих, мовленнєвих, розумових дій студентів для інформаційного постачання їхньої першої сигнальної системи.

Практичне значення роботи полягає в тому, що:

– *уведено* компоненти комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій у навчальний процес Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Донбаської державної машинобудівної академії, Приазовського державного технічного університету, Вінницького національного технічного університету та Криворізького металургійного інституту Національної металургійної академії України;

– *створено та введено* в навчальний процес сайт «Диференціальні рівняння» [268], використання якого через окреслення зв'язків між компонентами розробленої методики навчання сприяє організації освітнього процесу за змішаною моделлю й забезпечує синхронний та асинхронний режими навчання студентів;

– *розроблено* систему завдань, використання якої спрямоване на формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій студентів, дидактичний супровід аудиторних занять та самостійної роботи студентів у вигляді динамічних моделей, тренажерів, процедур розв'язування ДР, комп'ютерного онлайн-тестування;

– *підготовлено* навчально-методичний посібник «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь» [90] для майбутніх фахівців з ІТ, де систематизовано професійно орієнтовані завдання; його використання під час навчання дає змогу застосовувати контент сайту «Диференціальні рівняння» [268].

Особистий внесок здобувача. У працях, опублікованих у співавторстві, дисертантці належать такі здобутки: схарактеризовано етапи формування матеріалізованих, мовленнєвих, розумових дій студентів під час комп'ютерно-

орієнтованого теоретичного навчання ДР [91], проаналізовано й розроблено комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з ДР [47], запропоновано спецкурс із корекції підготовки студентів зі шкільної математики [275], обґрунтовано доцільність залучення комп'ютерно-орієнтованих технологій до навчання ДР [267], розроблено систему практично-орієнтованих завдань із ДР [278], описано умови забезпечення наступності в ході вивчення ДР [88], виокремлено методичні вимоги до засобів навчання [92], сформульовано управлінські функції викладача під час навчання ДР [96], інтерпретовано результати експерименту [93], аргументовано принципи організації навчання математичних дисциплін студентів спеціальності «Інформатика» із застосуванням індивідуального підходу [116], з'ясовано особливості застосування інформаційних систем під час навчання вищої математики [117], сформульовано та розроблено концепцію математичної підготовки студентів технічних ЗВО, окреслено вимоги до обрання методів навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ [118], описано методику застосування засобів хмарних технологій під час навчання математики [162], досліджено методичні особливості використання динамічних моделей у навчанні диференціальних рівнянь [296]. У навчально-методичному посібнику [90] автором розроблена система структурованих практично-орієнтованих завдань, що містить задачі на математичне моделювання певних фізичних, економічних, соціальних процесів, дослідницькі завдання-кейси, запропоновані процедури розв'язування типових ДР та їхніх систем, методичні рекомендації для викладачів щодо проведення практичних занять із ДР. Дисертанткою підготовлені доповіді [87; 94], оприлюднені на наукових конференціях.

Результати дослідження впроваджено в навчальний процес Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (довідка № 146-07/15 від 04.04.2017), Донбаської державної машинобудівної академії (довідка № 012-05/304 від 09.03.2017), ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (довідка № 67/36-84 від 30.03.2017), Вінницького національного технічного університету (довідка № 11/16 від 03.03.2017), Криворізького металургійного інституту Національної металургійної академії України (довідка № 01/37-49 від 03.03.2017).

Апробація результатів дослідження. Основні результати наукового пошуку оприлюднені й обговорені під час:

– *міжнародних науково-практичних конференцій* («Розвиток наукових досліджень – 2012» (Полтава, 2012 р.), «Актуальні проблеми та перспективи розвитку гуманітарного знання у сучасному інформаційному просторі: національний та інтернаціональний аспекти» (Рубіжне, 2011 р., 2016 р.), «П'ятнадцята міжнародна наукова конференція імені академіка Михайла Кравчука» (Київ, 2014 р.), «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій» (Запоріжжя, 2016 р.), «Развитие науки в XXI веке» (Харків, 2016 р.), «Інноваційні підходи і сучасні науки» (Київ, 2016 р.), «Глобальні виклики педагогічної освіти в університетському просторі» (Одеса, 2017 р.), «Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики» (Київ, 2017 р.), «Проблеми математичної освіти» (Черкаси, 2017 р.), «Сучасна освіта та інтеграційні процеси» (Краматорськ, 2017 р.);

– *усеукраїнських науково-практичних конференцій* («Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів» (м. Рубіжне, 2016, 2017 рр.), «Реалізація наступності в математичній освіті: реалізації та перспективи» (Одеса, 2016 р.), «Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях» (Мелітополь, 2017 р.), «Математика у сучасному університеті XXI сторіччя» (Краматорськ, 2017 р.)).

Публікації. Основні результати дослідження представлено у 29 працях. Серед них 10 статей у наукових виданнях, зокрема 6 – у фахових (із них 5 – одноосібних) та 2 статті – у закордонних виданнях (із них 1 – у наукометричних базах), 1 навчально-методичний посібник, 1 сайт, 17 матеріалів і тез доповідей на конференціях.

Структура й обсяг дисертації. Дослідження містить перелік умовних скорочень, вступ, два розділи, висновки до кожного розділу, загальні висновки, список використаних джерел (325 найменувань), 8 додатків. Основний зміст роботи викладений на 183 сторінках та містить 14 таблиць і 43 рисунки. Загальний обсяг дисертації – 315 сторінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ З КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

1.1. Навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій як педагогічна проблема

Аналіз «Національної стратегії розвитку освіти України на період до 2021 року» [220], Закону України «Про вищу освіту» [135], Указу Президента «Про стратегію сталого розвитку «Україна – 2020» [302] та інших документів свідчить про те, що основним пріоритетом державної політики на найближчий час є впровадження в Україні європейських стандартів навчання та вихід держави на провідні позиції у світі з розробки та застосування передових технологій, насамперед – інформаційних. Розвиток та поширене використання комп'ютерної техніки, систем автоматизованого керування, систем моделювання технологічних процесів в усіх галузях виробництва призвели до підвищення попиту на фахівців з інформаційних технологій. Саме тому реформування вищої освіти має бути спрямоване на підготовку фахівців з інформаційних технологій, рівень кваліфікації яких буде відповідати європейському рівню.

Професійній підготовці майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук приділяли увагу О. В. Бахусова [63], Ю. І. Бочар [80], О. Г. Глазунова [103], Є. В. Громов [325], О. М. Дубиніна [123], Л. А. Матвійчук [192], Л. Л. Омельчук [229], А. В. Чорна [309], Т. В. Ящун [325] та ін. Науковці наголошували на тому, що в основі формування компетентних фахівців лежить їхнє опанування фундаментальними дисциплінами, зокрема математичними.

Так Т. В. Ящун та Є. В. Громов [325] дослідили мотивацію навчання web-програмуванню майбутніх фахівців спеціальності «Професійне навчання, комп'ютерні технології» та показали, що основи формування цієї мотивації у студентів закладаються під час навчання математичних дисциплін. А. В. Чорна

[309] розробила методика організації самостійної роботи студентів на пряму підготовки «Інформатика» з електронним підручником під час навчання дисципліни «Операційні системи і системне програмування» та обґрунтувала доцільність створення аналогічних засобів для опанування майбутніми фахівцями інших фундаментальних дисциплін. О. В. Бахусова [63] з'ясувала методичні особливості навчання майбутніх фахівців у галузі інформаційні технології дисципліни «Елементи теорії нечітких множин», опанування якої пов'язане з використанням системних знань з фундаментальних математичних дисциплін. О. Г. Глазунова [103] розробила модель системи електронного навчання майбутніх фахівців з інформаційних технологій в університетах аграрного профілю й показала, що опанування студентами спеціальних дисциплін забезпечується через розвиток математичних компетентностей. Створена Л. А. Матвійчук [192] методика впровадження навчальної комп'ютерної програми курсу «Емпіричні методи програмної інженерії» в навчальний процес підготовки майбутніх інженерів-програмістів, ґрунтується на використанні вмінь, отриманих студентами під час навчання математичних дисциплін. Математичній культурі, як основі професійної підготовки майбутніх інженерів з програмного забезпечення, присвячене дослідження О. М. Дубиніної [123]. Науковець показує, що рівень математичної підготовки визначає майбутню професійну успішність інженера-програміста. Л. Л. Омельчук [229], досліджуючи шляхи реформування змісту сучасної ІТ-освіти, зробила висновок, що рівень професійної та практичної підготовки фахівців з інформатики, їхня кваліфікація та рівень компетентності залежить від змісту фундаментальної освіти.

У науковій праці М. О. Вінника [85] показано, що використання хмарних технологій у науково-дослідній роботі майбутніх інженерів-програмістів є важливою умовою підготовки висококваліфікованого фахівця з інформаційних технологій. Науковцем обґрунтовано важливість наявності у студентів глибоких знань з фундаментальної математики для успішного ведення науково-дослідної роботи.

Отже, у працях науковців, які досліджували навчання спеціальних дисциплін майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій, одноставно наголошується, що в основі професійної підготовки студентів лежить їхнє опанування фундаментальних дисциплін, зокрема вищої математики.

Ця думка узгоджується із метою і завданням, що містяться у навчальних програмах з вищої математики, зокрема, ДР [88].

Диференціальні рівняння, як розділ вищої математики і як окрема дисципліна, забезпечують формування у студентів наукового світосприйняття через розуміння сутності прикладної та практичної спрямованості математики. Опанування майбутніми фахівцями вміння математичного моделювання під час навчання ДР, уможлиблює розробку та аналіз математичних моделей різноманітних процесів, що можуть бути описані диференціальними рівняннями або їхніми системами, дослідження існування, єдності і стійкості розв'язків цих моделей, застосування програмних засобів для розв'язування поставлених завдань.

Серед наукових досліджень, де розглядається математична підготовка студентів ЗВО, є чимало таких, що стосуються навчання диференціальних рівнянь. Розглянемо деякі з них, що заслуговують особливої уваги.

Навчання ДР студентів педагогічних університетів, майбутня професійна діяльність яких може бути пов'язана з викладанням математики, розглядається у науковій праці Г. О. Михаліна [208]. Науковець вказує на необхідності опанування студентами математичного моделювання через створення математичних моделей на основі диференціальних рівнянь. Достатньо уваги вчений приділяє ДР у частинних похідних, наголошуючи на необхідності більш докладного вивчення математичних теорій. Г. О. Михалін розглядає застосування сучасних інформаційних технологій для ілюстрації процесів математичного моделювання, але метою досліджень науковця не було створення методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Методична система розв'язування ДР за допомогою сучасних програмних засобів розроблена Р. М. Аслановим [56] для студентів педагогічних

спеціальностей. Підібрані автором завдання потребують використання комп'ютерних програм, що розраховані на застосування графічних та чисельних методів розв'язання диференціальних рівнянь в курсі математики загальноосвітньої школи. Запропонована дослідником методична система не спрямована на формування вмінь, що можуть бути пов'язані з професійною діяльністю майбутнього фахівця з ІТ.

Д. О. Гальченко [99] приділяв увагу формуванню інформаційних компетентностей під час навчання ДР студентів педагогічних університетів шляхом застосування *систем комп'ютерної математики* (надалі СКМ). На прикладі застосування програми *Maxima* для розв'язування задач математичного моделювання науковець обґрунтував доцільність використання СКМ у процесі навчання ДР на засадах компетентнісного підходу. Але розроблена система розрахована виключно на майбутніх вчителів математики.

Достатньо праць, в яких розглядаються шляхи навчання ДР майбутніх економістів і фахівців, які опановують технічні спеціальності.

К. І. Словак [285], яка дослідила методику використання мобільного математичного середовища у навчанні вищої математики студентів економічних спеціальностей ЗВО, наводить деякі приклади їхнього опанування диференціальних рівнянь. У даному дослідженні використано досвід вченої з розробки засобів навчання, що уможливають опанування майбутніми фахівцями з ІТ диференціальних рівнянь.

Дослідження І. В. Михайленко [204] присвячене змішаному навчанню ДР майбутніх інженерів-механіків. Створена дослідницею методика спрямована на організацію самостійного опанування студентами диференціальних рівнянь, але не має необхідного методичного супроводу для роботи викладача. Завдання розміщені у системі керування навчанням Moodle, мають професійно спрямований зміст, але не можуть бути використані для опанування студентами вміннями, необхідними майбутньому фахівцю з інформаційних технологій.

Методична система опанування майбутніми інженерами інформаційних технологій під час навчання ДР розроблена З. В. Бондаренко та В. І. Клочком [160]. Впровадження створеної дослідниками методичної системи орієнтоване на поглиблення та розширення бази знань студентів про використання СКМ, зокрема пакету MathCAD. Враховуючи зміни, що відбулися у системі професійних умінь майбутніх фахівців з ІТ, вважаємо, що компоненти методики опанування майбутніми бакалаврами з ІТ диференціальних рівнянь мають бути забезпечені не тільки шляхом застосування СКМ.

Серед існуючих досліджень є такі, що заслуговують на увагу через обґрунтованість і неординарність розробки й використання окремих складових методики навчання ДР.

Науковцем М. Б. Вакджирою [84] розроблено методику навчання математики студентів технічних ЗВО, що спрямована на формування їхньої дослідницької діяльності через наочне моделювання. З урахуванням останніх здобутків у галузі математики дослідником створено та реалізовано комплекс професійно орієнтованих задач з курсу «Математичне моделювання та однорідні диференціальні рівняння» пошукового характеру із застосуванням методів наочного моделювання (методу аналогії, унітарних перетворень, щеплення). Методи та система завдань, запропоновані дослідником, передбачають їхнє залучення до навчання студентів напряду енергомашинобудування. Враховуючи досвід ученого, погоджуємось з важливістю унаочнення моделювання під час навчання ДР майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук.

Навчанню ДР студентів технічних спеціальностей приділяє увагу О. М. Холькін [305]. Система завдань, яку розробив науковець, містить приклади на застосування ДР в геометрії, механіці, фізиці, техніці, хімії, але вимагає розширення через завдання, що мають бути розраховані на студентів спеціальності КН.

Методична система В. А. Петрук [235] з формування професійних компетентностей майбутніх фахівців технічних спеціальностей у процесі

навчання фундаментальних дисциплін передбачає вивчення ДР із залученням ігрової форми навчання та використанням «обчислювальної техніки», що включає складання студентами програми для розв'язування завдання за допомогою стаціонарного комп'ютера, проведення тестування за допомогою карток. Використовуючи досвід ученої, у даному дослідженні було застосовано комп'ютерне тестування в онлайн-режимі під час навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з КН.

Отже, існуючі методики навчання майбутніх фахівців ДР повною мірою не задовольняють вимогам щодо підготовки фахівців з інформаційних технологій.

У зв'язку з уведенням нових спеціальностей підготовка бакалаврів з комп'ютерних наук у ЗВТО має певні особливості. За наказом Міністерства освіти і науки України від 06 листопада 2015 року № 1151 «Про особливості запровадження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 року № 266» [217] до галузі знань 12 – Інформаційні технології віднесено напрями з різних галузей знань, зокрема напрям «Інформатика» (з галузі знань «Системні науки та кібернетика») та напрям «Комп'ютерні науки» (з галузі знань «Інформатика та обчислювальна техніка»).

Отже, всі студенти, які навчаються за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології (2016 року вступу до ЗВО) та 122 – Комп'ютерні науки (2017 та подальших років вступу до ЗВО), мають кваліфікуватися як бакалаври з комп'ютерних наук, майбутні фахівці з інформаційних технологій. А це означає, що під час дослідження маємо враховувати відсутність єдиного сучасного державного стандарту, загальної для всіх ЗВТО освітньої програми (надалі ОП) для спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

Крім того, попередні освітньо-професійні програми напрямів «Інформатика» та «Комп'ютерні науки» суттєво відрізнялись підходами до побудови навчальних планів та змістом навчання. Так у навчальних планах

напряму «Інформатика» серед дисциплін математичного циклу окремими дисциплінами було винесено розділи вищої математики: математичний аналіз, алгебра та геометрія, диференціальні рівняння, тощо. Математичну підготовку напряму «Комп'ютерні науки» було організовано інакше, в межах дисципліни «Вища математика». Оскільки новий Закон України «Про вищу освіту» [135] надає право навчальним закладам самостійно запроваджувати стандарти навчання, більшість ЗВО залишила без суттєвих змін ОП та навчальні плани спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

Розглянемо, як організовується навчання ДР у різних ЗВТО.

За даними МОН України, підготовку студентів за освітнім рівнем «бакалавр» зі спеціальності 122 – Комп'ютерні науки проводить 181 заклад вищої освіти. Викладання загального курсу вищої математики для студентів спеціальності 122 – Комп'ютерні науки передбачено, наприклад, в навчальних планах таких навчальних закладів, як Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Вінницький державний технічний університет, Донбаська державна машинобудівна академія, Криворізький національний університет, Черкаський державний технологічний університет тощо. На опанування ДР, як розділу вищої математики, у вказаних ЗВТО відводиться переважно від 6 до 8 тижнів третього семестру (24 – 32 години аудиторного навчання, 43 – 51 години самостійної роботи). Частина технічних ЗВО, серед яких Приазовський державний технічний університет та Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, пішли шляхом виокремлення розділів вищої математики в окремі навчальні курси. Дисципліну «Диференційні рівняння» в таких навчальних закладах, згідно навчальної програми (додаток А), викладають протягом семестру на другому курсі (56 годин аудиторного навчання, 94 години самостійної роботи) після остаточного засвоєння студентами вмінь диференціювання та інтегрування в курсі математичного аналізу та опанування основ програмування.

Отже, на засвоєння ДР студентам спеціальності 122 – Комп'ютерні науки відводиться різна кількість часу. Крім того, опанування досліджуваною

дисципліною відбувається майбутніми бакалаврами, які мають хоч не суттєво, але різний рівень математичної підготовки.

Незважаючи на вищевказану різницю у навчальному часі навчально-пізнавальна діяльність майбутніх фахівців з ІТ під час опанування ДР має бути спрямована на:

- засвоєння математичних знань про: диференціальні рівняння першого порядку, диференціальні рівняння вищих порядків, лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами, знаходження розв'язків задачі Коші, системи диференціальних рівнянь, теорію стійкості розв'язків диференціальних рівнянь та їхніх систем;
- розвиток математичних умінь: застосування процедур розв'язування різних типів диференціальних рівнянь першого порядку, вищих порядків та систем диференціальних рівнянь;
- формування вміння математичного моделювання за допомогою: диференціальних рівнянь першого порядку, лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами; нормальних систем диференціальних рівнянь;
- ознайомлення з уміннями, необхідними для майбутньої професійної діяльності фахівця: аналіз адекватності моделі предмету дослідження, дотримання процедур розв'язування задач моделювання об'єктів і процесів інформатизації, задач оптимізації, прогнозування, оптимального керування та прийняття рішень, розробка концепції комп'ютерної реалізації моделі предмету дослідження, дослідження керованості моделей.

Отже, студенти спеціальності КН, не зважаючи на різну кількість навчального часу на вивчення ДР та попередньої математичної підготовки, мають опанувати знаннями та вміннями, що сприятимуть їхньому формуванню як компетентних фахівців у галузі інформаційних технологій.

Для забезпечення цього викладачі вищої математики мають знайти ефективні шляхи здобування студентами математичних знань, формування вмінь використання процедур розв'язування ДР, вміння математичного моделювання, опанування способів дій майбутньої професійної діяльності.

На думку Т. Л. Анісової [53], І. М. Біляй [69], З. В. Бондаренко [77], К. В. Власенко [95], Ю. В. Горошка [108], Д. Є. Губар [113], С. А. Кирилашук [155], В. І. Ключка [158], Т. С. Максимової [180], І. В. Михайленко [204], С. А. Ракова [245], Ю. С. Рамського [246], Н. В. Рашевської [247], С. О. Семерікова [263], К. І. Словак [285], О. В. Співаковського [289], Ю. В. Триуса [297], О. О. Чумак [310], О. М. Яцько [324], залучення комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання математичних дисциплін студентів має сприяти вирішенню вищевказаних проблем та забезпечити умови для самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів під час засвоєння знань та вмінь. Учені рекомендують організовувати самостійну навчально-пізнавальну діяльність майбутніх фахівців та управляти нею через використання технологій, що створюють умови для самостійного отримання студентами навчального матеріалу (бази даних, бази знань, гіпертекстові та гіпермедійні системи).

Крім того, опанування студентами процедур розв'язування завдань визначеного типу (послідовності дій, повторення яких дає заздалегідь прогнозований результат та призводить до формування та закріплення навичок розв'язування) науковці В. Б. Григор'єва [110], Т. С. Максимова [190], І. В. Михайленко [204], О. М. Потапова [239], К. І. Словак [285], О. О. Чумак [310] пропонують забезпечувати через створення діяльнісного предметно-орієнтованого середовища, яке може бути комп'ютерно-орієнтованим.

Комп'ютерно-орієнтований підхід щодо розв'язання питання сприйняття студентами методів математичного моделювання через відображення взаємозв'язку складових певних процесів розглядали в своїх працях учені М. Б. Вакджира [83], Н. В. Рашевська [247], С. О. Семеріков [263], К. І. Словак [285] та інші. Дослідники рекомендують використовувати комп'ютерно-орієнтовані технології для різнобічного подання навчальних відомостей студентам. Крім того, аналіз та опрацювання навчального матеріалу через залучення зазначених технологій, на думку Ю. В. Триуса [297], Н. В. Морзе [211], має забезпечити формування інформатичних компетентностей майбутніх

фахівців з ІТ, що у дослідженнях Н. М. Кіяновської, Н. В. Рашевської, С. О. Семерікова [157] відносяться до професійних.

Отже, гармонійне поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання диференціальних рівнянь сприятиме формуванню вмінь майбутніх фахівців з ІТ, незалежно від того, як побудовано навчання ДР – окремим курсом чи розділом вищої математики.

Проблеми комп'ютерно-орієнтованого навчання вищої математики студентів ЗВТО привертала увагу багатьох науковців, а саме Т. Л. Анісової [53], К. В. Власенко [95], В. Б. Григор'євої [111], О. Г. Євсєєвої [130], М. А. Кислової [156], В. І. Клочка [159], Т. С. Максимової [190], В. А. Петрук [235], М. В. Працьовитого [241], С. А. Ракова [245], Ю. С. Рамського [246], Н. В. Рашевської [247], С. О. Семерікова [263], К. І. Словак [285], О. В. Співаковського [289], Ю. В. Триуса [297] та ін.

Комп'ютерно-орієнтований підхід до навчання вищої математики, заснований на впровадженні освітнього інформаційного середовища, що сприяє інтенсифікації процесу навчання дисципліни майбутніх інженерів-машинобудівників, запропонувала К. В. Власенко [95]. Розроблений нею навчально-методичний комплекс, що міститься в освітньому інформаційному середовищі, надає можливість організувати процес ефективної взаємодії викладача та студента, але не розрахований на організацію комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх фахівців галузі ІТ.

У дослідженні О. Г. Євсєєвої [130] розкрито окремі аспекти управління навчально-пізнавальною діяльністю зазначених фахівців. Ученою розроблено й науково обґрунтовано концепцію проектування та організації навчання вищої математики студентів ЗВТО на засадах діяльнісного підходу, створено концептуальну модель навчання вищої математики студентів технічних спеціальностей на засадах того ж підходу, запропоновано технологію проектування й організації навчання, розроблено комп'ютерно-орієнтоване автоматизоване робоче місце викладача, що уможливорює навчання студентів розділу «Алгебра матриць». Підтримуємо думку дослідниці про доцільність

використання діяльнісного підходу під час формування вміння математичного моделювання у майбутніх фахівців з інформаційних технологій, але звертаємо увагу на те, що теорія поетапного формування дій для забезпечення опанування майбутніми фахівцями процедур розв'язування диференціальних рівнянь, у працях О. Г. Євсєєвої не розглядалось.

Формуванню прийомів евристичної діяльності майбутніх інженерів під час навчання вищої математики, присвячене дослідження Т. С. Максимової [190]. Науковцем розроблено систему професійно орієнтованих евристичних практичних завдань з вищої математики, створено систему евристичних комп'ютерних тренажерів для опанування студентами тем «Метод Гауса», «Функції та їх властивості», «Границі послідовностей та функцій», «Неперервність функції» тощо. Серед програмних засобів, які розроблено вченою, немає таких, що можуть бути використані під час навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ. Деякі з тренажерів у даному дослідженні використовуємо для організації самостійної роботи студентів під час повторення навчального матеріалу.

Управлінню самостійною навчально-пізнавальною діяльністю студентів ЗВТО під час аудиторних занять з вищої математики присвячене дослідження Т. Л. Анісової [53]. Учена вважає, що рівень сформованості математичних компетенцій майбутніх фахівців значно підвищується через використання анімованого супроводу системи навчальних задач та комплексу анімованих презентацій теоретичного навчального матеріалу. Дослідниця робить висновки про важливість і доцільність використання різних засобів ІКТ під час навчання вищої математики майбутніх інженерів, але її рекомендації мають дуже узагальнений характер та вимагають конкретизації під час дослідження комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Більшій конкретизації під час створення комп'ютерного супроводу організації розв'язування системи завдань інженерно-технічного змісту на практичних заняттях з вищої математики дотримувалась С. А. Кирилащук [155]. Дослідниця запропонувала методику застосування математичного пакету Advance

Graher для побудови графіків і дослідження функцій під час навчання аналітичної геометрії студентів технічних спеціальностей. До подальших векторів наукових досліджень учена віднесла розробку *педагогічних програмних засобів* (надалі ППЗ) навчання вищої математики майбутніх інженерів. Отже, метою дослідження С. А. Кирилашук не було з'ясування можливостей одночасного використання систем комп'ютерної математики та інших ППЗ.

Особливості формування математичних компетентностей майбутніх програмістів шляхом впровадження в процес навчання математичних дисциплін ППЗ досліджувала В. Б. Григор'єва [111]. Науковець наголошувала, що впровадження ІКТ у процес навчання вищої математики є одним з перспективних напрямів підвищення якості опанування студентами алгоритмічного способу дій.

Формуванню у майбутніх фахівців з інформаційних технологій зазначеного способу дій, на думку Т. П. Кобильника [161], сприяє використання web-сервісу Wolfram|alpha для розв'язування задач з теорії ймовірностей. Учений розглядав можливості застосування вказаного сервісу для розв'язування задач на дослідження неперервної величини, відшукування числових характеристик випадкових величин тощо. Підтримуємо висновки дослідників про важливість використання хмарних технологій для математичних розрахунків під час підготовки висококваліфікованого конкурентоспроможного фахівця в галузі ІТ, але дотримуємось думки, що хмарні технології мають застосовуватись не тільки для розрахунків, а й для опанування процедур, з якими студенти зштовхуються під час розв'язування завдань з вищої математики. Крім того, вважаємо, що у працях Т. П. Кобильника та інших науковців, в яких пропонуються лише окремі приклади використання ІКТ, відсутня система їхнього залучення під час навчання вищої математики майбутніх фахівців. Запропоновані вченими педагогічні програмні засоби є важливими елементами навчання, але лише комплексне і системне застосування вищевказаних засобів може зробити навчання вищої математики дійсно комп'ютерно-орієнтованим.

Погоджуючись із дослідниками, які наголошують на важливості

застосування інформаційно-комунікаційних технологій під час навчання вищої математики студентів технічних спеціальностей, слідуючи підходам М. І. Жалдака, вважаємо, що одним із реальних шляхів інформатизації навчального процесу, підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців, активізації навчально-пізнавальної і науково-дослідної діяльності студентів ЗВО, розкриття їхнього творчого потенціалу, збільшення ролі самостійної та індивідуальної роботи, є «створення і широке впровадження в повсякденну педагогічну практику нових комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання» [131, с. 12]. Такі системи, на думку вченого, мають засновуватись «на принципах поступового і неантагоністичного, без руйнівних перебудов і реформ, вбудовування інформаційно-комунікаційних технологій у діючі дидактичні системи, через гармонійне поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, не заперечування і відкидання здобутків педагогічної науки минулого, а, навпаки, їх удосконалення і посилення, в тому числі і за рахунок використання досягнень у розвитку комп'ютерної техніки і засобів зв'язку» [131, с. 13].

Такої ж думки дотримується і О. В. Співаковський, який вказує [289] на результативність застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій як каталізатору досягнення взаємного навчання в галузі освіти, розвитку критичного мислення людини, формування її стійкої мотивації до підвищення освітнього рівня протягом усього життя.

Висновки О. В. Співаковського узгоджуються із думкою С. А. Ракова [245] про те, що впровадження в освітню практику дослідницького підходу в навчанні із застосуванням ІКТ уможливорює використання комп'ютерних математичних систем для моделювання різноманітних задач та дослідження цих моделей математичними методами на основі комп'ютерного експерименту. Але, враховуючи значний досвід вищевказаних учених, які запропонували комп'ютерно-орієнтовані методики навчання математичних дисциплін майбутніх учителів, зазначаємо, що науковці не досліджували проблему створення КОМН ДР для майбутніх фахівців з ІТ.

Аналізуючи поняття «комп'ютерно-орієнтована методична система навчання», з'ясували думку Н. В. Морзе [210], в якій йдеться про те, що в умовах розвитку сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій методична система навчання, як сукупність п'яти ієрархічно взаємозалежних компонентів (цілей, змісту, методів, організаційних форм і засобів навчання), має змінювати свій компонентний склад і структуру, становлячись «відкритою» системою з розмитими межами і нечітко визначеними компонентами. Відкритість методичної системи проявляється в сильному впливі контексту соціального, освітнього і технологічного плану на функціонування її компонентів.

На нечіткості компонентів комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання, що виражається в їхньому істотному взаємопроникненні й інтеграції, наголошував Ю. В. Триус, на думку якого *«комп'ютерно-орієнтована методична система навчання – це методична система навчання, використання якої забезпечує цілеспрямований процес здобування знань, набуття умінь і навичок, засвоєння способів пізнавальної діяльності суб'єктом навчання і розвиток його творчих здібностей на основі широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій»* [297, с. 232]. Надалі у дослідженні будемо дотримуватись визначення комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання за Ю. В. Триусом та вважаємо, що науковцем зроблено значний внесок у практичне втілення інноваційних методів у навчальний процес вищої школи, створення комп'ютерно-орієнтованих навчальних курсів, але серед розроблених ним методичних систем немає таких, що орієнтовані на навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Отже, аналіз впровадження ґрунтовних наукових розробок свідчить про результативність застосування комп'ютерно-орієнтованого навчання вищої математики студентів технічних, педагогічних, економічних спеціальностей. Проте, серед запропонованих методик немає комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з КН.

Таким чином, на основі аналізу документів, що уможливають організацію навчання студентів спеціальності КН, зокрема навчальних програм

курсу або розділу «Диференціальні рівняння» як складової фундаментальної математичної підготовки майбутніх бакалаврів з КН, вивчення стану досліджуваної проблеми в науково-педагогічній літературі та практиці навчання ДР майбутніх фахівців, можна зробити такі висновки.

1. Професійна діяльність фахівця з інформаційних технологій базується на ґрунтовних знаннях з вищої математики, зокрема з диференціальних рівнянь. Для навчання студентів спеціальності КН (із не суттєво, але різним рівнем підготовки) диференціальних рівнянь як розділу вищої математики, так і окремого курсу, у різних ЗВО відводиться різна кількість аудиторного часу.

2. Застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання ДР буде сприяти формуванню у майбутніх бакалаврів спеціальності КН наукового світогляду майбутніх бакалаврів, здобування ними знань, умінь та навичок використання ІКТ у дослідженнях, пов'язаних з науковою та професійною діяльністю, формування досвіду майбутньої професійної діяльності.

3. Неповною мірою залишились розробленими питання: обґрунтування теоретичних основ комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ, що можуть забезпечити зв'язок між фундаментальними та спеціальними дисциплінами; розвитку умінь студентів, сформованість яких визначає як успішність опанування курсом ДР, так і підготовленість до майбутньої професійної діяльності фахівців у галузі інформаційних технологій; розробки та впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР, використання якої має сприяти результативному формуванню у майбутніх фахівців з ІТ вмінь досліджувати та розв'язувати ДР.

Отже, отримані висновки свідчать про наявність актуальної проблеми щодо розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь для майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Обґрунтування того, що досліджуваний процес навчання дійсно має бути комп'ютерно-орієнтованим, здійснено під час аналізу психолого-педагогічних умов навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН.

1.2. Психолого-педагогічні основи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук

Психолого-педагогічні основи навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ мають забезпечувати проектування діяльності, організація якої сприятиме результативності досліджуваного процесу.

Філософські основи теорії діяльності були розроблені В. Г. Афанасьєвим [57], М. С. Каганом [147], Е. Г. Юдіним [318] та ін.; психологічний аналіз діяльності ґрунтується на працях Л. С. Виготського [97], П. Л. Гальперіна [98], О. М. Леонтьєва [179], С. Л. Рубінштейна [254], Н. Ф. Талізінної [292] та ін.

Філософське трактування людської діяльності є важливим для з'ясування проблем людського буття. Проектування освітньої діяльності потребує психологічного аналізу цього поняття. Діяльністю, за О. М. Леонтьєвим, називають процес активності людини, що характеризується «тим, що те, на що спрямований даний процес у цілому (його предмет), завжди співпадає з тим об'єктивним, що спонукає суб'єкта до даної діяльності, тобто мотивом» [179, с.81].

Отже, з психологічної точки зору, діяльність трактується як атрибут індивіда та є мотивованим процесом використання суб'єктом тих чи інших засобів для досягнення власної або зовні заданої мети.

Діяльність здійснюється в формі дії або сукупності дій. Дія із визначеною метою може здійснюватися різними способами у залежності від тих умов, за яких ця дія відбувається. Відповідні способи здійснення дії називаються операціями. Операції – це перетворені дії чи дії, що стали способами здійснення інших більш складних дій.

Провідною діяльністю студента є навчальна діяльність. Навчальну діяльність психологи В. В. Давидов [119], Д. Б. Ельконін [317], Г. С. Костюк [169] трактують як діяльність особистості, яка навчається. Учені вважають, що така діяльність спрямована на розвиток особистості, набуття теоретичних знань про предмет навчання та загальних прийомів розв'язування пов'язаних із ним задач.

Серед особливостей навчальної діяльності Ю. І. Машбиць [196] виокремлює можливість одночасного об'єднання під час цього процесу її суб'єкта й об'єкта. З досвіду вченого, це може відбуватись через певні перетворення предметів, з якими діє суб'єкт, і зміни самого суб'єкта діяльності. Така думка узгоджується із висновками Д. Б. Ельконіна, який вказує на те, що «навчальна діяльність – це перед усім така діяльність, в результаті якої відбуваються зміни того, хто навчається. Це діяльність, спрямована на самозмінювання, її продуктом є ті зміни, які відбулися в самому суб'єкті» [317, с. 419]. Саме через невід'ємність суб'єкту навчання та його продукту діяльності досягаються основні завдання підготовки майбутніх фахівців.

На думку М. І. Д'яченка та Л. О. Кандибовича, навчальна діяльність майбутніх фахівців має бути професійно спрямованою. Вчені вважають, що цій вимозі відповідає навчально-професійна діяльність студентів, яка сприяє їхньому «опануванню способів та досвіду професійного розв'язання таких практичних завдань, з якими можна зіштовхнутися в майбутньому» [126, с. 132].

Важливість професійної спрямованості навчання математики обґрунтовувалась у працях Ю. С. Богданова [70], О. І. Богомолова [73], О. С. Вентцель [84], Ф. Д. Гахова [101], В. М. Глушкова [104], Б. В. Гнеденка [105], Я. Б. Зельдовича [140], Л. В. Канторовича [150], Л. Д. Кудрявцева [174], А. Д. Мишкіса [216], Г. І. Рузавіна [255], О. О. Самарського [256], М. І. Шкіля [315], І. М. Яглома [319], М. М. Яненка [323]. Професійне спрямування навчання математичних дисциплін майбутніх учителів досліджувалось Р. М. Аслановим [56], І. М. Біляй [69], Д. О. Гальченком [99], Д. Є. Губар [113], М. Є. Іванюк [144], Т. В. Капустіною [152], О. В. Лисенковою [186], Г. О. Михаліним [208], В. Г. Моторіною [215], В. Г. Ніконьонок [221], У. В. Плясуною [237], О. В. Тутовою [300]; ідеї професійної орієнтованості навчання вищої математики майбутніх економістів застосовувались у працях С. В. Бас [62], Л. П. Гусак [115], Н. М. Самарук [257], К. І. Словак [285]; організація професійно спрямованої навчально-пізнавальної діяльності в процесі навчання математики та її розділів майбутніх інженерів

застосовувалась Т. Л. Анісовою [53], З. В. Бондаренко [78], К. В. Власенко [95], В. Б. Григор'євою [111], О. Г. Євсєєвою [130], С. А. Кирилащук [155], М. А. Кисловою [156], В. І. Клочком [160], Т. В. Криловою [172], Т. С. Максимовою [190], І. В. Михайленко [204], В. А. Петрук [235], І. В. Хом'юк [306], О. О. Чумак [310].

У дослідженні враховуємо досвід європейських дослідників STEM-програм М. Каприла, Р. Палма, П. Санса та Г. Дента [10], М. Гуза, І. Хетеуея, Дж. Конінгса і М. Вандвея [18], А. Джойса [25], Дж. Осборна та Дж. Діллона [36], які вказували на важливості забезпечення зв'язку між місцем навчання майбутніх фахівців та місцем їхньої майбутньої праці через організацію навчально-професійної діяльності. Науковці обґрунтовували, що результативність зазначеного процесу досягається через залучення під час навчальної діяльності студентів способів та досвіду професійного розв'язування практичних завдань, з якими він неминуче зіштовхнеться у майбутній професійній діяльності, опанування майбутніми фахівцями системним мисленням та творчістю. Описуючи загальні та специфічні риси, притаманні навчально-професійній діяльності студентів, які опановують майбутню професію, дослідники показували, що наслідком такої діяльності є професійне зростання особистості майбутнього фахівця та розвиток його професійних здібностей, набута фахова компетентність. Але у працях вчених не ставилось за мету дослідити організацію навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців з ІТ під час їхнього навчання ДР.

Враховуючи, що організація зазначеної діяльності під час навчання ДР може забезпечити формування ґрунтовних знань і вмінь студентів, їхнє опанування математичним моделюванням та комп'ютерно-орієнтованими технологіями, що можуть бути залучені в процесі виконання дій, які передбачають розв'язування прикладних завдань, *у дослідженні робиться акцент на проектуванні навчально-професійної діяльності майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук.*

Результативність опанування майбутніми фахівцями такої діяльності значною мірою залежить від врахування викладачем психічного розвитку студентів 1-2 курсу, розуміння психолого-педагогічних закономірностей професійного навчання у вищій школі, орієнтування на сучасні підходи, що забезпечують організацію навчально-професійної діяльності й управління нею під час навчання ДР.

Студент ЗВТО – є людиною певного віку та особистістю, яка має характеризуватися з трьох боків: з психологічного, що об'єднує властивості особистості, її психологічні процеси та стани; з соціального, що обумовлює суспільні відносини й якості студента, породжувані його приналежністю до певної соціальної групи; з біологічного, що відповідає типу вищої нервової діяльності, будові аналізаторів, безумовним рефлексам, інстинктам тощо.

Час навчання ДР у ЗВТО співпадає із другим періодом юності особистості, так званою «зрілою юністю» чи «ранньою дорослістю». У періодизації психологів Б. Г. Ананьєва [51], П. П. Лазарєва [178], С. Пако [233], Я. І. Петрова [234], К. Ховланда [22], К. Шайі [42] та інших авторів цей вік від 17 – 18 до 23 – 25 років характеризується завершенням фізичного дорослішання організму, складністю становлення його особистісних рис.

Праці науковців підтверджують, що розвиток когнітивної сфери особистості, досліджуваного віку, залежить від якісних змін її психічних процесів. З'ясуємо, за яких умов навчання ДР студентів із відповідним рівнем розвитку психічних процесів може бути результативним та покажемо, що комп'ютерно-орієнтоване навчання ДР може сприяти позитивній динаміці розвитку мислення, пам'яті й уваги студентів, які вивчають ДР.

Формування зазначених психічних процесів особистості відбувається із різної швидкістю та характерною для неї наявністю максимальних та мінімальних екстремальних значень у певних періодах розвитку. Науковцями М. В. Гамезо, Л. М. Орловою та Є. А. Петровою [100] було досліджено динаміку розвитку мислення, пам'яті та уваги особистості вікового періоду від 18 до 30 років. Науковці зазначають, що для студентів досліджуваного віку

рівень уваги майже не змінюється, а мислення та пам'ять зазнають суттєвих «стрибків», причому спостерігається невідповідність у часі між цими стрибками: на початку навчання пам'ять випереджає мислення, у середині навчання – навпаки. Тобто відбувається певна компенсація одних психічних процесів іншими.

Проте, як з вищевказаної праці [100], так і з досвіду автора дослідження [279], розвиток деяких з психічних процесів студентів, зокрема уваги та сприйняття, вимагають від викладача пошуку й використання новітніх технологій, що сприяють їхній стійкості і концентрації.

З'ясуємо особливості розвитку уваги та сприйняття нової інформації студентів досліджуваного віку. Так, на думку Я. І. Петрова, А. М. Ігнатенка, О. І. Степанової [234] та Л. Н. Фоменко [201], суттєвих вікових змін набувають обсяг, вибірковість і перемикання уваги особистості, але стійкість і концентрація її уваги залишаються без змін. Зростання показників розвитку обсягу, вибірковості та перемикання уваги юнаків, досліджуваного вікового періоду, відбувається поступово із вісімнадцяти років. Отже, на розвиток уваги студентів, в першу чергу, мають впливати види діяльності, якими вони займаються. Так О. М. Іванова [143], В. А. Козаков [165], Б. Б. Коссов [168], О. М. Леонтьєв [180], Б. Ф. Ломов [186], В. Д. Шадріков [306] обґрунтували, що на розвиток уваги людини впливає її активна розумова діяльність. У свою чергу, вчені В. М. Каптелінін [151], І. Б. Новик [224], І. В. Роберт [251], О. К. Тихомиров [294] підтверджують позитивний психологічний ефект комп'ютерно-орієнтованого навчання під час здобування студентами знань через залучення найбільш адекватних форм їх подання. Але питання організації подання навчального матеріалу з ДР в освітньому процесі майбутніх фахівців з інформаційних технологій залишається відкритим. Не з'ясованим залишається питання, який навчальний матеріал та в якій мірі варто представляти, залучаючи комп'ютерно-орієнтовані технології навчання з метою концентрації уваги студентів.

Крім того, до необхідної умови забезпечення стійкої уваги студентів під час організації їхньої сумісної діяльності з викладачами відноситься використання в процесі навчання ДР основних принципів концепції сумісної продуктивної діяльності, розроблених В. Я. Ляудісом [188]. Вони полягають у: включенні всіх учасників навчання із самого його початку в творчу професійну діяльність; сумісному плануванні студентами та викладачами системи проміжних завдань; вмінні викладача направляти сумісну діяльність як на виконання технологічної роботи, так і на сумісне формування мотиваційно-змістової сфери; співробітництві в навчальній діяльності, під час якого кожний мав би визначитись зі своїм внеском у цю діяльність; закономірній перебудові в процесі навчання вихідних взаємодій за відповідними етапами. З досвіду [277], *за умови дотримання відповідних принципів через залучення комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання викладач має можливість сконцентрувати увагу студентів на відповідному навчальному матеріалі.*

Через увагу студентів забезпечується їхнє сприйняття навчального матеріалу. Це підтверджується особливостями загального прояву психофізичних функцій особистості, що можна простежити на прикладі зміни її часу реакції. Так, у праці Є. І. Бойка [72], в якій з'ясовується залежність між часом сприйняття людини та її реакцією, підтверджується, що починаючи з двадцяти років у людини психофізіологічні функції набувають свого максимального розвитку, а потім до сорока років зберігаються на такому ж рівні. Зміна часу реакції студентів супроводжується підвищенням їхнього сприйняття. Це сприяє швидкості прийняття правильного рішення майбутніми фахівцями з ІТ під час розв'язання складних професійних завдань. Зазначена думка підтверджується дослідженням П. П. Лазарєва [178], яким вивчалися чутливості різних модальностей (периферичного зору, кінестезії, слуху) в людей певного віку та вказувалось, що порогові значення, двадцятирічних молодих людей є еталоном сенсорного оптимуму людини. Вчений наголошував на необхідності обережного використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання та зауважував, що *зазначені технології можуть як сприяти*

фокусуванню студентів на предметному середовищі, так і віддаляти їх від дійсного предмету навчання, заважати опануванню навчального матеріалу.

Викладачу необхідно враховувати вказане зауваження, забезпечуючи процес навчання та засвоєння навчального матеріалу студентом. Пам'ять забезпечує накопичення вражень особистості про навколишній світ, є основою її набуття досвіду та його подальшого використання у життєвій практиці. Збереження досвіду у пам'яті людини створює основу для її навчання та розвитку психічних процесів (сприйняття, мислення, мовлення тощо), саме тому процес запам'ятовування має важливе значення під час навчання.

Навчання майбутніх фахівців з інформаційних технологій ДР передбачає запам'ятовування значного обсягу навчальних відомостей (ознак типів ДР; процедур розв'язування ДР та їхніх систем; визначень, теорем і зауважень, що забезпечують створення й розв'язання диференціальних моделей тощо). Цей процес забезпечує оперативна пам'ять, що згідно праць С. Д. Чернявських та І. В. Анкудимова [308] й В. О. Мараєва і Г. П. Холопової [193], вважається достатньо розвиненою у студентів перших курсів навчання, для яких повторення декілька разів використання певної процедури розв'язування ДР та їхніх систем уможлиблює задіяння смислової та механічної пам'яті. Нестачу аудиторного часу на постійне повторення навчального матеріалу вчені пропонують компенсувати через його структурування та перебудову за певною схемою чи процедурою. Логічні, синтаксичні та семантичні зв'язки між частинами навчального матеріалу можна забезпечити, використовуючи комп'ютерно-орієнтовані технології навчання. Крім того, *використання вказаних технологій стимулює прагнення студентів до самостійного виконання завдань і забезпечує врівноваження низького рівня довгострокової пам'яті студентів через достатній рівень розвитку їхньої емоційної та образної пам'яті.*

Щоб підтвердити це, аналізувалися думки науковців про вплив комп'ютерно-орієнтованих технологій на пам'ять та інші когнітивні характеристики людини. Так у працях науковців С. Гринфілда [19],

А. Д. Єлякова [128], І. В. Роберт [252], К. Ховланда та Г. Ліндзєя [22] відмічається, що через використання зазначених технологій спостерігається зниження довільної словесно-логічної пам'яті студентів, що вимагає вольових зусиль. У зв'язку з цим, фахівці Інституту майбутнього мислення при Оксфордському університеті [45], лабораторії комунікації людини [15] та інтерактивних медіа Стенфордського університету [12] показали, що під впливом загальної візуалізації, якої вимагає збільшення загального обсягу **даних**, у людини інтенсивно розвивається її образна пам'ять. *Отже, відповідні зміни процесів запам'ятовування особистості, що можуть розглядатися як захисна реакція її організму, вимагають залучення технологій, що забезпечують результативне посередництво між суб'єктом, який бажає пізнавати, і предметом, що виконує функції подання знань, вимірювання та відображення даних і відомостей про предметний світ, управління об'єктами предметного світу. До таких технологій можуть бути віднесені комп'ютерно-орієнтовані технології навчання.*

Використання зазначених технології під час підготовки сучасного фахівця у галузі інформаційних технологій є засобом опанування навчального матеріалу, аналізу та вирішення професійно орієнтованих завдань, сприяючи через це формуванню системного стилю мислення студентів.

Підґрунтя для формування системного стилю мислення майбутніх бакалаврів досліджуваної спеціальності закладається під час навчання математичних дисциплін, зокрема диференціальних рівнянь. Формули, яких достатньо бачить студент під час навчання ДР, й подібні їм об'єкти, що застосовуються для створення математичних моделей, відносяться до необразної (символьної) наочності. У праці [184] Є. О. Лодатка вказується на доречність розмірковування викладачів про результативне сприйняття й усвідомлення студентів через забезпечення візуалізації процесів (чи процедур), сутність яких відбивається у формулі. Ці міркування узгоджуються з думкою М. І. Махмутова, який звертав увагу на те, що «практика ... навчання вимагає активного застосування необразної, опосередкованої, символічної, раціональної

наочності у формі схематичного зображення системи абстрактних понять й їхнього взаємозв'язку. Необразна наочність є як би інструментом утворення системи уявлень і полегшує формування наукових понять» [195, с. 89].

Опанування системою понять під час навчання ДР вимагає від студентів не тільки наочно-дійового та наочно-образного мислення, що спираються на першу сигнальну систему (основу безпосередньої перцепції дійсності в формі відчуттів та сприйняття). *Необхідна підтримка другої сигнальної системи, що забезпечує сприйняття дійсності через узагальнюючі, абстрагуючі поняття, через мовленнєву діяльність, стиль мислення, що уможливорює сприйняття семантичних (сміслових) відомостей.*

Тому, використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання в дослідженні спрямоване не тільки на першу сигнальну систему, але й на організацію пізнавальної діяльності студентів, що:

- проявляється у здатності майбутніх бакалаврів з КН до розкриття інтегративних властивостей диференціальних рівнянь як системи, що виникають внаслідок аналізу та систематизації понять і процедур розв'язування ДР;
- пов'язана із розумінням майбутніх бакалаврів ролі комп'ютеризації інформаційних процесів та їхнього зв'язку з опануванням диференціальних рівнянь як системи;
- враховує відповідні відношення між елементами диференціальних моделей та сприяє усвідомленню майбутніми фахівцями з ІТ змін, що можуть відбуватись під час розв'язування ДР та впливати на використання відповідних процедур;
- спирається на системну детермінацію під час розкриття причин змін, що можуть відбуватися із процедурами розв'язування ДР, та сприяє усвідомленню факторів, що мають різне місце у системі детермінації.

З досліджень Д. Б. Богоявленської [74], Л. В. Занкова [137], З. І. Калмикової [149], Т. В. Кудрявцева [175], Н. О. Менчинської [200], І. С. Якіманської [322] та інших учених, організація вищевказаної діяльності має забезпечувати формування системного стилю мислення студентів.

До особливостей системного стилю мислення вчені В. Г. Афанасьєв [57], М.С. Каган [147], Е. Г. Юдін [318] відносять пізнавальну діяльність майбутніх фахівців, що забезпечує розгляд об'єкту навчання як системи, виокремлюючи в неї реальні, дійсні елементи та зв'язок і відношення між ними. На думку науковців, сформованість системного стилю мислення у студентів уможливорює їхнє розв'язування завдань, що вимагають дослідження об'єкту як системи, на рівні орієнтування в усьому комплексі зв'язків і відношень між її елементами. Одним з напрямів досягнення такого результату вчені О. Б. Горстко [109], О. В. Могилев, М. І. Пак, Є. К. Хеннер [209], С. А. Раков [245], Н. В. Рашевська [247], С. О. Семеріков [263], К. І. Словак [285], К. Шеннон [313] вважають комп'ютерне моделювання математичних завдань. Недостатність врахування зазначеної тенденції у працях учених, які досліджували навчання ДР студентів, вказала на важливість розробки системи завдань, що уможливають комп'ютерне моделювання математичних моделей об'єктів.

Підтверджуючи важливість комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР необхідно згадати, що розвиток особистості майбутнього фахівця з ІТ також істотно залежить від певної соціальної групи, до якої він починає належати після вибору спеціальності.

Усвідомлений вибір юнаків спеціальності, що робить їх представниками соціальної групи, на думку І. О. Зимньої [141], характеризуються формуванням стійкого ставлення студентів до майбутньої професії, спрямуванням особистості на самореалізацію і саморозвиток через здобуття вищої освіти. Для соціальної групи студентів, майбутня професійна діяльність яких пов'язана із застосуванням сучасних інформаційних технологій, можна відзначити високий рівень застосування комп'ютерних технологій для реалізації інформаційно-пізнавальних, розважально-компенсаторних, нормативно-аксіологічних, фонових та пошуково-розважальних функцій спілкування, реалізації потреби взаємодії шляхом віртуального спілкування. Юнаки, досліджуваного віку і спеціальності, використовують комп'ютер як сходинку пізнавального розвитку та знаряддя взаємодії.

О. Р. Ткачишиною [295] було проведено аналіз соціально-психологічних особливостей студентів, майбутніх фахівців з інформаційних технологій, та висловлено думку про наявність у них спільних характеристик, а саме:

- сформованість навичок використання комп'ютерних засобів (смартфонів, планшетів, комп'ютерів) для повсякденного життя, спілкування, навчання, тощо;
- прискорений біологічний розвиток організму (акселерація) внаслідок впливу комп'ютеру на розвиток мотиваційної, емоційної та інтелектуальної сфери;
- високий рівень розвитку самосвідомості, усвідомлення необхідності набуття професійної кваліфікації і, як наслідок, можливість і бажання поєднувати навчання та роботу (найчастіше у віддаленому доступі), що полегшує подальшу професійну адаптацію;
- наявність таких психологічних особливостей, як підвищений нейротизм, рис характеру, як-от сором'язливість, некомунікабельність, і як наслідок, такі студенти не мають достатньо постійних друзів, починають поступово віддавати перевагу спілкуванню з комп'ютером замість людського спілкування.

Перші три характеристики студентів, досліджуваної соціальної групи, підтверджують нашу думку [265] про те, що організація їхньої навчально-професійної діяльності під час навчання ДР має супроводжуватись комп'ютерно-орієнтованими технологіями, бо такі технології супроводжують більшу частину повсякденного життя молодих людей. Остання характеристика вказує на те, що *задача викладача, який викладає ДР майбутнім фахівцям у галузі інформаційних технологій, полягає у розробці методики навчання, що забезпечувала б як управління вибором студентів особистої траєкторії навчання, так і уможливлувала б природне поєднання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання із традиційним навчанням, інтерактивних навчальних засобів із вербальним спілкуванням, роботу з комп'ютером зі спілкуванням та спільною працею студентів між собою та студентів і викладача.*

Вибір особистої траєкторії навчання майбутніми фахівцями з ІТ узгоджується з їхніми біологічними характеристиками, що забезпечують значне навантаження

мозку. Праці Я. І. Петрова [234] підтверджують, що досліджуваний віковий період співпадає із завершенням дозрівання кори головного мозку, процесів внутрішньоклітинного ускладнення та розвитку відповідних функцій. Через це, на думку В. Н. Пушкіна, для студентів є можливим «формалізоване сприйняття навчального матеріалу та охоплення формальної структури завдання; швидке узагальнення об'єктів, відношень та дій; згортання процесу міркувань та системи відповідних дій; мислення згорнутими структурами; швидку та вільну перебудову спрямованості розумового процесу; перемикання з прямого на обернений хід думки, від однієї розумової операції до іншої; запам'ятовування схем міркувань й доведень, методів розв'язання завдань й принципів підходу до них; запам'ятовування та самостійна розробка загальних правил» [244, с. 56] тощо.

Вважаємо, що формування вищевказаних здатностей майбутніх бакалаврів має забезпечити їхнє результативне навчання ДР через вибір альтернативних концептуальних підходів до навчання. З міркувань Б. Гершунського [102], дотримання відповідних освітніх стратегій навчання вимагає залучення декількох підходів.

Під час організації навчально-професійної діяльності формування особистості майбутніх фахівців з інформаційних технологій має відбуватись на підставі особистісно орієнтованого підходу до навчання, основні засади якого відображено у дослідженнях К. О. Альбуханової-Славської [49], В. Ю. Артемова [54], С. У. Гончаренка [106], Е. Ф. Зеєра [138], І. Т. Кучерявого [177], Н. Г. Ничкало [222], О. М. Пехоти [236], В. В. Рибалка [249], А. В. Хуторського [307]. Питання навчання математичних дисциплін студентів ЗВО на засадах особистісно орієнтованого підходу досліджували З. В. Бондаренко [78], К. В. Власенко [95], В. І. Клочко [159], Т. В. Крилова [172], Л. І. Нічуговська [223], І. М. Реутова [248], З. І. Слєпкань [284], Н. А. Тарасенкова [293].

Так, за С. У. Гончаренком [106] і А. В. Хуторським [307], особистісно орієнтований підхід є методологічним інструментарієм організації навчально-виховного процесу, що спрямовано на виявлення та розкриття можливостей суб'єкту навчального процесу. Ця думка узгоджується із висновками

Е. Ф. Зеєра, який визначив концептуальні положення особистісно орієнтованої професійної освіти [140, с.126]. Учений наголошував на необхідності враховувати потреби самовизначення, самоорганізації та саморозвитку особистості; визнанні пріоритету індивідуальної самоцінності особистості, що є суб'єктом процесу професійного навчання; створенні таких технологій професійного навчання, які відображають закономірності професійного становлення особистості; створенні такого змісту професійної освіти, що враховує рівень розвитку сучасних соціальних, інформаційних, виробничих технологій; забезпеченні формування соціально-професійних компетентностей та розвитку професійно важливих якостей фахівця шляхом організації навчально-професійної діяльності; організації навчально-просторового середовища для підвищення дієвості професійно-освітнього процесу.

Враховуючи концептуальні положення Е. Ф. Зеєра, вчені-математики розглядали різні шляхи впровадження особистісно орієнтованого навчання під час засвоєння ДР студентами ЗВТО.

Т. В. Крилова [172] запропонувала систему індивідуальних завдань з диференціальних рівнянь із залученням студентів технічних ЗВО до самостійної роботи за індивідуальною програмою. К. В. Власенко [95], досліджуючи проблему інтенсифікації процесу навчання ДР студентів інженерно-машинобудівних ЗВО, обґрунтувала підхід викладача до вибору різного типу інформаційної індивідуальної підтримки навчання студентів у залежності від рівня їхньої підготовленості. Називаючи умови реалізації диференціації навчання майбутніх інженерів ДР з використанням інформаційних технологій, В. І. Клочко та З. В. Бондаренко [160], показали використання *систем комп'ютерної алгебри* (надалі СКА), що надають студентові можливості працювати в індивідуальному темпі, долаючи психологічні бар'єри спілкування.

Вищевказані науковці вважали, що застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій для навчання ДР студентів ЗВТО надає можливість розкрити навчальний потенціал кожного студента, обрати притаманний кожному індивідуальний темп навчання, свідомо та відповідально організувати навчальну діяльність майбутніх фахівців. Але в працях учених комп'ютерно-

орієнтована організація навчально-просторового середовища для підвищення дієвості навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ майже не розглядається. Крім того, приділяється достатня увага лише супроводу зазначеними технологіями мотиваційно-цільового та контрольного-корекційного компонентів процесу навчально-професійної діяльності студентів.

Встановлення зв'язків між компонентами вказаної діяльності уможлиблюється через залучення діяльнісного підходу до навчання. Концептуальні положення діяльнісного підходу знайшли своє відображення у працях В. О. Белікова [65], А. В. Брушлинського [81], П. Я. Гальперіна [98], В. П. Зінченка [142], О. В. Качалова [153], О. Е. Коваленко [163], О. М. Леонтьєва [179], Н. Ф. Тализіної [292], А. В. Хуторського [307], В. Д. Шадрікова [311], В. С. Швирьова [312]. Реалізацію діяльнісного підходу у математичній освіті досліджували О. Б. Епишева [129], О. Г. Євсєєва [130], В. І. Крупіч [173], О. А. Малигіна [191], М. О. Родіонов [253], Г. І. Саранцев [259], А. А. Столяр [290].

Учені розглядали забезпечення *орієнтовної основи діяльності* (надалі ООД) студентів, що містить образ кінцевого продукту або кінцевий результат, об'єкт перетворення, засоби діяльності та технологію діяльності. На думку науковців, саме від ступеню включеності та взаємозв'язку компонентів ООД під час вивчення майбутнім фахівцем нового матеріалу залежить результативність його навчально-професійної діяльності та якість навчання. Склад та якісна характеристика компонентів ООД визначає її повноту та тип навчання.

З міркувань О. Е. Коваленко [163], перший тип навчання – неповна орієнтовна основа характеризується тим, що викладач, презентуючи навчальний матеріал, демонструє вихідні дані, виконавчу частину дії та образ кінцевого продукту. Навчання відбувається методом «спроб та помилок», процес його формування здійснюється повільно, із великою кількістю помилок.

Другий тип навчання – повна ООД передбачається при наявності всіх умов, що необхідні для проведення діяльності. Такі умови надаються у вигляді готового алгоритму діяльності у частинній формі, притаманній конкретній ситуації. У такому випадку організація діяльності студента відбувається швидко та

безпомилково, але ступінь узагальнення його знань та їхнього переносу на нестандартні ситуації обмежена складом конкретних умов використання.

Навчання математичних дисциплін у ЗВТО найчастіше будується відповідно вказаного типу, через що студенти, як правило, виконують лише часткові дії та не вміють переносити їх на конкретні стандартні ситуації, поступово втрачаючи здатність до систематизованого мислення. Цієї проблемі викладачі не можуть запобігти, використовуючи існуючі підручники та навчальні посібники.

Викладачам було запропоновано проаналізувати класичні підручники з вищої математики, що містять розділ «Диференціальні рівняння», під редакцією В. І. Смірнова [288], А. М. Самойленко, М. О. Перестюк, І. О. Парасюк [258], П. Ю. Данка, О. Г. Попова, Т. Я. Кожевнікової [120]; підручники, що рекомендовані Міністерством освіти і науки України для студентів ЗВТО, під редакцією В. П. Денисюк, В. К. Репети [121], і О. М. Холькіна [304]; посібники, що враховують можливість залучення СКА під час навчання диференціальних рівнянь студентів технічних спеціальностей, під редакцією З. В. Бондаренко, В. І. Ключка [76], І. В. Михайленко, І. Л. Макарової [189; 203].

Аналіз анкетування (додаток Б) викладачів, які працюють у ЗВТО, показав, що у більшості з підручників [76; 120; 121; 203; 213; 258; 288] представлено відповіді до завдань, що забезпечують уявлення студентів про кінцевий результат отриманої інтегральної кривої, але в цих підручниках майже відсутній образ кінцевого продукту, що може забезпечити уявлення майбутніх фахівців про отримання диференціальних моделей.

Деякі з підручників і посібників [120; 213; 258; 288; 305] містять об'єкт перетворення чи навчальний матеріал для забезпечення діяльності, але опис засобів діяльності, обґрунтування розв'язування диференціальних рівнянь і моделей, що отримано на їхній основі, у цих паперових виданнях відсутній.

Вказуючи на недоліки більшості видань [120; 121; 189; 213; 258; 288; 305], викладачі виокремлюють відсутність технологій діяльності, що забезпечують уявлення студентів про способи розробки диференціальних

моделей. Автори посібників [76; 202] використовують комп'ютерно-орієнтовані технології для отримання кінцевого результату (інтегральної кривої) для його візуалізації та не показують, як такі технології можуть забезпечити третій тип навчання, що уможливорює повну орієнтовну основу із використанням узагальнення та систематизації. При такому типі навчання орієнтири, характерні цілому класу об'єктів навчання, не надаються у готовому вигляді, а лише пояснюються принципи їхнього формування. Компонуючи ООД останнього типу навчання ДР майбутніх фахівців, вважаємо, що воно має бути комп'ютерно-орієнтованим, через що забезпечується краще сприйняття навчального матеріалу, формування чітких та швидких професійних дій за принципами практико-орієнтованості і спрямованості на результат.

Дотримання останніх принципів вказує на важливість залучення компетентнісного підходу до навчання.

Професійна підготовка сучасного фахівця, зокрема майбутнього фахівця з інформаційних технологій, базується не лише на здобуванні знань та набутті вмінь та навичок, а в першу чергу, на рівні сформованості ключових та професійних компетентностей у системі вищої професійної освіти, що обґрунтовані В. І. Байденком [59], Н. О. Брюхановою [82], О. С. Заблоцькою [134], Е. Ф. Зеєром [138], І. О. Зимньою [141], С. А. Калашніковою [148], Я. С. Кепшою [154], А. В. Хуторським [307], В. В. Ягуповим [320; 321].

Документ «Ключові компетентності для Європи» [194] містить орієнтовний перелік основних компетентностей сучасного фахівця, визначаючи серед ключових: навчальну, соціальну, громадянську, інформатичні, комунікативну, загальнокультурну, здоров'язберігаючу, підприємницьку.

Інформатичні компетентності є надзвичайно важливими для фахівця будь-якої галузі, і коли мова йде про її формування в майбутніх фахівців з інформаційних технологій, стає очевидним необхідність застосування для цього комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання математичних дисциплін (обґрунтування цієї думки буде здійснено у п. 1.3).

На важливості залучення компетентнісного підходу під час математичної підготовки майбутніх фахівців наголошено у «Концепції розвитку освіти

України на період 2015-2025 років» [243, с. 8] та обґрунтовано у роботах Г. Я. Дутки [124], І. В. Михайленко [204], Л. І. Нічуговської [223], О. В. Співаковського [289], Ю. В. Триуса [297] та ін.

Науковці виокремлюють математичну компетентність майбутніх фахівців серед інших.

Формування математичної компетентності у майбутніх фахівців вивчала Л. І. Нічуговська [223]. Вона вважає, що в основі розвитку вказаної компетентності лежать уміння, що формуються у студентів упродовж всієї математичної та професійної освіти і перетворюються у здатності, притаманні компетентному фахівцю. Диференціальні рівняння – є однією з математичних дисциплін, що забезпечує майбутнього фахівця системою вмінь, які через усвідомлене залучення під час навчання спеціальних дисциплін можуть стати основою формування математичної компетентності. З досвіду, перетворенню таких вмінь фахівців з ІТ у здатності може сприяти використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання ДР [267].

Звичайно, залучення зазначених технологій вимагає використання у системі відповідних методів, форм і засобів навчання. Загальні положення системного підходу визначені в роботах С. І. Архангельського [55], Ю. К. Бабанського [58], В. П. Беспалька [66; 67], А. Г. Кузнецової [176], М. Ю. Прокоф'євої [242], О. І. Суббето [291], Ю. А. Шрейдера [316], Е. Г. Юдіна [318] та ін.

Учені обґрунтовують, що методика підготовки майбутніх фахівців має містити внутрішні елементи, а саме цілі, зміст, методи на форми навчання та бути пов'язаною із суб'єктом, предметом, процесом, засобами, умовами, продуктами професійної діяльності студента, зокрема фахівця з ІТ.

Застосування системного підходу до комп'ютерно-орієнтованої математичної підготовки майбутніх інженерів досліджували І. М. Біляй [69], З. В. Бондаренко [78], К. В. Власенко [95], Ю. В. Горошко [108], Д. Є. Губар [113], В. І. Ключко [159], І. В. Михайленко [204], С. А. Раков [245], Н. В. Рашевська [247], С. О. Семеріков [262], К. І. Словак [285], О. В. Співаковський [289], Ю. В. Триус [298], О. О. Чумак [310], О. М. Яцько [324] та ін.

Серед особливостей використання системного підходу під час навчання математичних дисциплін учені виокремлюють зв'язки окремих елементів системи із засобами комп'ютерно-орієнтованих технологій. Описуючи системні якості студентів, що є результатом взаємодії вказаних технологій й елементів усередині однієї структури та між її підструктурами, науковці майже не привертають уваги розробці методики навчання ДР фахівців з інформаційних технологій.

Маючи на меті розробку елементів методики навчання (цілей підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій до професійної діяльності, як суб'єктів діяльності; змісту навчання, який буде відображенням інформаційної основи професійної діяльності майбутніх фахівців з ІТ та спрямований на формування кінцевого результату навчання, а саме знань, умінь, навичок, досвіду використання, розроблення та вдосконалення засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій; методів навчання, як процесу навчально-професійної діяльності студентів; відповідних засобів та форм навчання, що коректно відображають цілі, зміст та методи навчання), необхідно враховувати, що всі вони мають забезпечувати формування дій, якості яких вказують на результативне навчання ДР студентів спеціальності КН.

Засновуючись на теорії поетапного формування розумових дій за П. Я. Гальперінім [98], що дістала подальший розвиток у дослідженнях Н. Ф. Талізної, використовуємо їхній висновок про дотримання етапів формування дій під час навчання ДР майбутніх фахівців з інформаційних технологій: виконання дій у матеріалізованому вигляді (матеріальній формі), зовнішніх мовних дій, виконання дій у внутрішній мові про себе, розумові дії» [292, с. 144]. При цьому, на думку О. Е. Коваленко [163], яка досліджувала професійну підготовку майбутніх інженерів, на результативність організації їхньої навчально-професійної діяльності мають вказувати такі якості дій, як кмітливість, усвідомленість, узагальненість, критичність, засвоєність та надійність. Таку думку підтримує І. М. Реутова [248], яка досліджувала організацію евристичної діяльності майбутніх інженерів під час навчання вищої математики. Враховуючи рекомендації вчених щодо формування зазначених

якостей (табл. 1.1), під час організації навчально-професійної діяльності в процесі навчання ДР, вважаємо доцільним дотримуватись етапів формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій у фахівців з ІТ [272].

Таблиця 1.1

Якості дій і способи їх формування під час навчання ДР

Якість	Характеристика якості	Способи формування якості
1	2	3
Кмітливість	Розуміння, розумовий контроль студентом кожної дії (операції) під час розв'язування ДР різних типів, використання окремих понять та визначень про типи ДР, задачу Коші тощо.	Діяти повільно, особливо на початку навчання, щоб у поспіху не пропустити той чи інший крок процедури розв'язування ДР. Діяти уважно та спостерігати, щоб на початковому етапі формування дії у студентів не було помилок. На початку заняття студенти мають промовляти вголос зміст тієї чи іншої дії з розв'язування диференціального рівняння.
Усвідомленість	Свідчить про міру опанування студентом дією і виражається у здатності студента надати повний словесний звіт про хід розв'язування ДР різних типів із виокремленням наслідків неправильності виконання дії та способів їх усунення.	Повторення дій за відповідними процедурами розв'язування ДР різних типів. Поділ дій на цикли (рівні). Вимога час від часу словесного звіту від студента про сформовані дії.
Узагальненість	Здатність студента орієнтуватися в істотних ознаках ДР різних типів та діях з їх розв'язування та дослідження стійкості розв'язків.	Формується шляхом організації контрастного розв'язування студентом завдань різного ступеня складності.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Засвоєність	Здатність студента впевнено виконувати дії із розв'язування ДР різних типів без наявних зовнішніх орієнтирів, виконання дій, що передбачає створення диференціальних моделей.	Поетапне відпрацювання кожної нової дії під час створення диференціальних моделей, спочатку на основі зовнішніх наданих матеріальних орієнтирів, із промовлянням вголос кожної операції та контролю її правильності із самостійним дослідженням, розв'язуванням диференціальних моделей різного типу.
Критичність	Здатність студента самостійно скласти критерії, за якими можна оцінити дію розв'язування ДР різних типів, дослідження стійкості розв'язків, створення диференціальних моделей, заздалегідь задаваючи майбутній дії показники правильності.	

З цією метою було проаналізовано, на якому рівні досліджено використання під час вказаних етапів комп'ютерно-орієнтованих технологій.

Так, О. В. Бахусовою [64], І. М. Біляй [69], К. В. Власенко [95], Ю. В. Горошком [108], Д. Є. Губар [113], О. Г. Євсєєвою [130], М. Є. Іванюк [144], Т. В. Капустіною [152], Крамаренко [170], Лов'яною [183], Т. С. Максимовою [190], С. М. Медведєвою [198], В. Г. Ніконьонк [221], С. А. Раковим [245], Н. В. Рашевською [247], І. М. Реутовою [248], К. І. Словак [285], О. В. Співаковським [289], Триусом [298], О. О. Чумак [310], О. М. Яцько [324] приділялась належна увага формуванню матеріалізованих і розумових дій у студентів під час їхнього комп'ютерно-орієнтованого навчання різних розділів вищої математики. Комп'ютерно-орієнтованому навчання ДР студентів у працях зазначених учених належна увага не приділялась.

З. В. Бондаренко, В. І. Клочком [160] та І. В. Михайленко [204] здійснено обґрунтування використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час

навчання ДР на етапі формування матеріалізованих дій у студентів інженерних спеціальностей. Етапи формування мовленнєвих і розумових дій у майбутніх фахівців з ІТ через використання комп'ютерно-орієнтованих технологій у дослідженнях науковців майже не розглядаються.

Таким чином, вищевказані дослідники наголошують на доречності комп'ютерно-орієнтованого підходу до формування дій, необхідних для результативного навчання математичних дисциплін студентів технічних спеціальностей, але проблема розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з інформаційних технологій залишається епізодично дослідженою.

Отже, комп'ютерно-орієнтовані технології можуть бути використані викладачем на різних етапах формування дій у процесі навчання ДР фахівців з інформаційних технологій. Використання таких технологій вимагає від викладача врахування особливостей психофізіологічного розвитку студентів досліджуваного віку, розуміння психолого-педагогічних закономірностей професійного навчання у ЗВТО, орієнтування на сучасні підходи, використання яких забезпечує організацію навчально-професійної діяльності студентів й управління нею під час навчання ДР.

Крім того, аналіз паперових навчальних видань для студентів технічних спеціальностей підтвердив доречність їх доповнення такими навчально-методичними посібниками, що можуть супроводжувати комп'ютерно-орієнтоване навчання майбутніх фахівців з інформаційних технологій та забезпечувати повну орієнтовну основу дій із використанням узагальнення та систематизації.

Використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання ДР майбутніх фахівців з інформаційних технологій вимагає більш повного аналізу їхнього впливу на опанування майбутніми фахівцями закладів вищої освіти математичних дисциплін.

1.3. Комп'ютерно-орієнтоване навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій

У національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [220] та Законі України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» [136] вказується на пріоритетність вибору серед різних підходів шляху комп'ютерно-орієнтованого навчання дисциплін студентів у ЗВО. Застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій під час фундаментальної і професійної підготовки фахівців з інформаційних технологій узгоджується з основними вимогами освітньої програми [231] фахівців, майбутня професійна діяльність яких безпосередньо пов'язана із залученням комп'ютера для розробки, застосування та дослідження математичних моделей різноманітних процесів. Крім того, постійний розвиток і поширення використання досліджуваних технологій під час навчання, на які вказують зарубіжні дослідники К. Абхиджит [1], Дж. Адамс [2], А. Алабі, А. Мегана та Р. Гарсія [4], Ф. Антоніетті [5], Дж. Барвиц [7], Наомі С. Барон [61], К. Блертон [8], Д. Гаррисон, Т. Воган [17], М. Дрискол [16], Дж. Етгевелл [6], М. Кастро, М. Реборедо та М. Фанович [11], Б. Коліс та Дж. Мунен [13], Л. Ларсон [29], Т. Лейгтон [30], П. Мелл [33], Р. Пеа [37], Дж. Прадос [38], А. Скотт [43], Л. Тамі та Х. Оріт [44], Дж. Харві [20], Дж. Шайдер [41] уможливили їхнє застосування з метою організації навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців з ІТ у процесі навчання ДР.

З'ясовуючи дидактичні можливості використання зазначених технологій, зіштовхуємося з тим, що під час досліджень науковці застосовують як поняття *інформаційно-комунікаційні технології* (надалі ІКТ), так і поняття *комп'ютерно-орієнтовані технології*. З метою визначення різниці між цими поняттями і яке з них будемо використовувати надалі в дослідженні, було проаналізовано думки провідних учених М. І. Жалдака [132], О. І. Скафи [281], Ю. В. Триуса [297], на праці яких інші науковці під час розв'язування питання використання

досліджуваних технологій у процесі навчання математичних дисциплін посиляються найбільш часто.

М. І. Жалдак [132] під інформаційно-комунікаційними технологіями розуміє методи та технічні засоби збирання, зберігання, організації, передавання, опрацювання й представлення даних, що уможливають підвищення рівня знань особистості й розвивають її здібності під час управління технічними і соціальними процесами. На думку О. І. Скафи [281], інформаційно-комунікаційними технологіями навчання є систематизовані загально-педагогічні, психологічні і дидактичні процедури взаємодії викладачів та студентів із застосуванням технічних ресурсів, спрямовані на реалізацію змісту, методів, форм та засобів навчання, відповідних цілям освіти, враховуючих індивідуальні особливості студентів та вимоги до формування інформаційної грамотності людини. Ю. В. Триус [297] детермінує інформаційно-комунікаційні технології як технології, в яких використовуються засоби інформатизації, серед яких чільне місце займає комп'ютерна техніка, застосування якої на всіх етапах навчання в рамках певної дисципліни уможливорює застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання як систематизованих технологій супроводу процесу засвоєння знань і вмінь студентів.

Отже, ІКТ – це більш уніфіковані технології, використання яких передбачає інтеграцію телекомунікацій і комп'ютерів, підпрограмного та програмного забезпечення, залучення накопичувальних систем й аудіовізуальних систем. ІКТ містить у своєму складі інформаційні технології, комп'ютерно-орієнтовані технології, а також телекомунікації, медіа-трансляції, усі види аудіо й відео-обробки та передавання повідомлень, мережеві функції управління та моніторингу.

На основі вищевказаних міркувань вважаємо, що ототожнення інформаційно-комунікаційних технологій і комп'ютерно-орієнтованих технологій у дослідженнях О. М. Гончарової [107], Н. М. Полякової [238], О. І. Тютюнник [301] є некоректним. Також некоректними є і формулювання

науковців С. В. Бас [62], У. П. Когут [164], Т. М. Мозолюк [210], І. В. Морозової [212], які, описуючи залучення окремих засобів ІКТ (презентацій, СКМ, електронних засобів тощо), використовують загальне поняття ІКТ [271].

Вважаючи, що під час навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ не використовуються усі можливості ІКТ, надалі у дослідженні будемо застосовувати поняття комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання. Під комп'ютерно-орієнтованими технологіями навчання будемо розуміти сукупність комп'ютерно-орієнтованих методів, засобів та організаційних форм навчання, що дозволяють, використовуючи комп'ютерну техніку для керування навчально-професійною діяльністю студентів, отримати заздалегідь очікуваний результат навчання.

Питання, що висвітлюють методику впровадження сучасних комп'ютерно-орієнтованих технологій у математичну освіту, дидактичні й психологічні особливості їхнього застосування у ЗВО, відображені у дослідженнях І. М. Біляй [69], З. В. Бондаренко [78], К. В. Власенко [95], Ю. В. Горошка [108], В. Б. Григор'євої [111], Д. Є. Губар [113], М. І. Жалдака [131], В. І. Клочка [159], Т. Г. Крамаренко [170], М. С. Львова [187], Т. С. Максимової [190], С. М. Медведєва [1987], І. В. Михайленко [204], Н. В. Морзе [211], С. А. Ракова [245], Ю. С. Рамського [246], Н. В. Рашевської [247], І. М. Реутової [248], С. О. Семерікова [263], О. І. Скафи [280], К. І. Словак [285], О. А. Смалько [287], О. В. Співаковського [289], Ю. В. Триуса [298], О. О. Чумак [310], С. В. Шокалюк [167] та ін.

Математики-методисти розглядали дидактичні можливості використання комп'ютерно-орієнтованих технологій з метою навчання різних розділів вищої математики майбутніх фахівців.

Так О. В. Співаковським [289] було створено автоматизовану навчальну систему з лінійної алгебри для студентів математичних спеціальностей, що спрямована на формування матеріалізованих обчислювальних дій майбутніх учителів під час організації їхньої самостійної навчальної діяльності із

розв'язування систем лінійних рівнянь різного ступеня складності. На думку вченого, такі навчальні системи забезпечують відкритість систематизованих тренувальних вправ та уможлиблюють індивідуалізацію навчального процесу.

К. В. Власенко [95] розроблено методичну систему організації інтенсивної навчальної діяльності майбутніх інженерів-машинобудівників, що передбачає упровадження комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання з метою підтримки сприйняття студентами навчального матеріалу та формування їхніх розумових дій у процесі навчання окремих розділів вищої математики, як: лінійна алгебра, аналітична геометрія та математичний аналіз. Учена вважає, що комп'ютерне моделювання за допомогою досліджуваних технологій має забезпечити різнобічність подання смислу навчальних дій у такий спосіб, щоб студенти під час їхнього опанування мали зрозуміти, що цей смисл може набувати різних змістових інтерпретацій. Останнє, на думку науковця, має сприйматись як передумова успішності формування розумових дій студентів.

Залучення комп'ютерно-орієнтованого програмно-методичного комплексу, розробленого С. А. Раковим [245] на основі динамічної геометрії (DG) уможлиблює формування досвіду комп'ютерного моделювання майбутніх учителів математики та спрямовано на розвиток їхніх математичних компетентностей. Використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання показано вченим у процесі формування матеріалізованих і розумових дій майбутніх фахівців в процесі навчання математичного аналізу. Комп'ютерне моделювання, на думку вченого, може забезпечити створення проблемних ситуацій, що уможлиблюють організацію дослідницької діяльності студентів.

Ю. В. Триусом [298] було запропоновано створення у ЗВО єдиного освітньо-наукового інформаційного середовища, у якому навчальна діяльність студентів має бути своєрідною моделлю їхньої майбутньої професійної діяльності в умовах інформаційного суспільства. Реалізацію такого підходу науковцем здійснено під час навчання студентів таким дисциплінам, як: «Математичне програмування», «Математична логіка та теорія алгоритмів», «Комп'ютерна математика», «Математичні методи оптимізації» та «Дослідження операцій».

Рекомендації К. І. Словак, що узгоджуються із висновками Ю. В. Триуса, можуть бути використані під час розробки мобільного комп'ютерно-орієнтованого середовища, яке забезпечує під час навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей можливість «мобільного доступу до інформаційних ресурсів математичного і навчального призначення, умови для ефективної організації процесу навчання та інтеграції аудиторної і позааудиторної роботи» [285, с. 86]. Серед перспектив використання комп'ютерно-орієнтованих технологій учена відмітила здійснення: графічної інтерпретації математичних моделей та теоретичних понять; автоматизації рутинних обчислень; підтримки самостійної роботи; математичних досліджень; генерації навчальних завдань.

Дослідження Т. С. Максимової [190] присвячено формуванню професійно орієнтованих евристичних дій студентів ЗВТО. На прикладах комп'ютерно-орієнтованого навчання лінійної і векторної алгебри та елементів математичного аналізу дослідниця показала формування прийомів евристичної діяльності майбутніх інженерів. До можливостей використання зазначених технологій науковець додала їх сприяння побудові власної траєкторії навчання студентів і забезпечення спрямування на дослідження і відкриття.

О. О. Чумак [310] обґрунтувала, що використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час етапу формування матеріалізованих і розумових дій майбутніх інженерів, які опановують теорію ймовірностей та випадкові процеси, забезпечує інтенсифікацію навчального процесу та сприяє розвитку ймовірнісних умінь. Дослідниця вказувала на важливість забезпечення синергійного поєднання візуального та слухового сприйняття студентів через застосування досліджуваних технологій.

Організацію комп'ютерно-орієнтованого навчання аналітичної геометрії у класичному університеті показала Д. Є. Губар [113]. Дослідницею обґрунтовано доцільність упровадження комп'ютерно-орієнтованих технологій із метою здійснення позитивних змін у традиційних дидактичних системах

через відповідне управління процесом навчання, що передбачає самостійний вибір студентом навчальної траєкторії.

Таким чином, результати досліджень науковців свідчать про незаперечні переваги використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання різних розділів вищої математики. У своїх висновках учені обґрунтовують можливість організації на основі вказаних технологій нових видів навчальної діяльності, залучення різних типів навчальної інтерактивності, забезпечення домінування інтерактивних методів під час навчання, підвищення результативності синхронного та асинхронного режимів навчання, але питання комп'ютерно-орієнтованого навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ залишається поза увагою дослідників.

Навчання ДР, як розділу вищої математики, студентів технічних університетів розглянуто З. В. Бондаренко [78], І. В. Михайленко [204], Н. В. Рашевською [247]. Дослідники обґрунтували доцільність організації змішаного навчання, що передбачає застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій з метою організації самостійної діяльності майбутніх фахівців. Серед дидактичних функцій використання досліджуваних технологій учені відмітили можливість створення гіпертекстових структур, що надають можливість студентові визначитись не тільки з траєкторію оптимального опанування навчальним матеріалом, а й обирати зручний темп роботи з ним. Досліджуючи способи комп'ютерно-орієнтованого подання навчального матеріалу студентам, що відповідають різним психофізіологічним особливостям їхнього сприйняття, науковці не розглядали особливості його подання бакалаврам, майбутня професійна діяльність яких буде повністю пов'язана із використанням інформаційних технологій.

Аналіз наукових досліджень у галузі застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій для навчання математичних дисциплін майбутніх фахівців дав змогу визначитись із основними дидактичними можливостями використання зазначених технологій, а саме:

- забезпечення раціональної організації навчально-професійної діяльності студентів під час навчання через відповідне структурування навчального матеріалу, його перебудову за певною схемою чи процедурою;
- залучення усіх видів чуттєвої перцепції студентів під час опанування навчального матеріалу через синергійність поєднання їхнього візуального і слухового сприйняття;
- забезпечення відкритості системи тренувальних вправ, що уможливають індивідуалізацію навчального процесу для студентів, побудову їхньої власної траєкторії навчання через дотримання самостійності у пізнанні;
- використання змодельованих проблемних ситуацій під час ознайомлення студентів з уміннями, що є необхідними для майбутньої професійної діяльності фахівця, через різнобічне подання смислу навчального матеріалу та комп'ютерне моделювання.

Розглянемо, чи є необхідним залучення вказаних можливостей використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання ДР фахівців з ІТ.

До особливостей подання змісту навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння», як і будь-якої іншої математичної дисципліни, відноситься стійка взаємозалежність і наступність викладання навчального матеріалу. Наприклад, деякі рівняння другого порядку шляхом певної заміни зводяться до рівнянь першого порядку, а більшість диференціальних рівнянь першого порядку, в свою чергу, через певні перетворення можуть бути зведені до рівнянь з відокремлюваними змінними. Отже, під час опанування процедур розв'язування диференціальних рівнянь студентові необхідно постійно звертатись до набутих раніше знань і вмінь. Маючи незначну кількість часу, що відводиться на навчання дисципліни, та значний обсяг навчального матеріалу, майбутньому фахівцю з ІТ для результативного навчання ДР дуже важливо отримати уявлення про загальну структуру курсу та навчитись швидко орієнтуватися у навчальному матеріалі. Для цього навчальний матеріал, що пропонується студентам, має бути чітко структурованим, а теоретичні

відомості та приклади розв'язування завдань – згруповані за певними типами та ознаками. Такої мети можна досягти за допомогою комп'ютерно-орієнтованих технологій. Це підтверджують В. І. Клочко та З. В. Бондаренко [160], які вважають що структуризації теоретичного матеріалу модулю «Диференціальні рівняння» можна досягти через комп'ютерно-орієнтований супровід.

Вказаний супровід може забезпечити сприйняття студентом важливої складової досліджуваного курсу – математичного моделювання. З досвіду викладання дисципліни можна зазначити, що чуттєва перцепція під час побудови диференціальних моделей, зазвичай, викликає труднощі у студентів, оскільки потребує багато додаткових «нематематичних» знань про фізичний або хімічний стан об'єкту дослідження, фізичні, економічні, біологічні та інші закони, процеси тощо [92]. *Комп'ютерно-орієнтовані технології навчання надають можливість створити мультисенсорне інтерактивне навчальне середовище, що може супроводжувати усвідомлене сприйняття й розуміння досліджуваного процесу, здійснення його математичного опису та моделювання.*

Вміння розв'язування задач математичного моделювання формується шляхом застосування відповідних процедур розв'язування рівнянь різного типу. Для формування відповідних дій у студентів важливо неодноразово здійснювати реалізацію кожної процедури. На думку І. В. Михайленко [204], комп'ютерно-орієнтовані технології можуть супроводжувати процес розв'язування тренувальних вправ із врахуванням диференціації навчання й індивідуальних можливостей студентів. Висновок І. В. Михайленко узгоджується з рекомендаціями Д. Є. Губар [113], яка вказує на доречність залучення зазначених технологій з метою врахування індивідуальних особливостей і можливостей студентів засвоєння начального матеріалу: кожному студенту потрібна різна кількість часу на засвоєння певного навчального матеріалу; кожен студент має обирати свій час на навчання дисципліни (асинхронний режим навчання).

Забезпечуючи як синхронний, так і асинхронний режими навчання, комп'ютерно-орієнтовані технології можуть також допомогти викладачу

організувати навчально-професійну діяльність майбутніх бакалаврів, які в майбутній професійній діяльності мають здійснювати аналіз адекватності моделі предмету дослідження, дотримуватись процедур розв'язування задач моделювання об'єктів і процесів інформатизації, задач оптимізації, прогнозування, оптимального керування та прийняття рішень, розробляти концепції комп'ютерної реалізації моделі предмету дослідження, досліджувати керованість моделей. На думку С. А. Ракова [245], формування вищевказаних вмінь у студентів має забезпечуватись через комп'ютерне моделювання, що уможливорює різнобічне подання навчального матеріалу студентам, полегшуючи їх аналіз, унаслідок якого (з міркувань М. Ю. Борисенко) «відбувається розкладання навчального змістового наповнення на компоненти й осмислення відношень цих компонентів до загальної структури» [79, с. 29]. Крім того, досліджувані технології через комп'ютерне моделювання можуть допомогти викладачу в організації супроводу проблемних ситуацій та управлінні діяльністю студентів, що забезпечує їхнє усвідомлення смислу навчального матеріалу, його різних змістових і знакових інтерпретацій.

Таким чином, пропонуємо використовувати комп'ютерно-орієнтовані технології як систематизовані технології супроводу процесу навчання ДР студентів.

Згідно академічного тлумачного словника української мови [286], супроводом вважається те, що супроводжує певну дію чи процес. У дослідженні супроводжувати процес навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ комп'ютерно-орієнтованими технологіями – означає подавати студентам навчальний матеріал у демонстраційній формі, застосовуючи локальні пристрої відтворення цифрових даних (ноутбук, мобільний телефон, планшет, проектор тощо) та мережеві ресурси. Враховуючі, що здійснення відповідного супроводу уможливорюється через програмні засоби навчання, його (супровід) можна вважати комп'ютерно-орієнтованим. Позиціонуючи супровід відповідним чином, використовуємо програмні засоби, що за класифікацією І. М. Біляй [69], можуть бути призначені

для: демонстраційного моделювання, забезпечення складової діяльнісного предметно-орієнтованого середовища, визначення рівня навчальних досягнень студентів, отримання довідкових відомостей.

Засоби, що уможливають демонстраційне моделювання, можуть використовуватись під час пояснення нового матеріалу, яке супроводжується демонстрацією моделі об'єкта навчання. За такого підходу забезпечується синергійне поєднання візуального та слухового сприйняття студентами навчального матеріалу.

За видами демонстраційні моделі можуть бути імітаційними, імітаційно керованими, динамічно керованими. Останній вид моделі може бути заснованим на математичному описі процесів, що є наближеними до наукових моделей певної предметної галузі, і тому є відкритим (доступним) для студентів. Динамічні моделі, на думку Л. В. Грамбовської та О. М. Яковчук [110], Л. Е. Гризун [112], К. І. Словак [285], через анімацію і напівавтоматичне управління можуть допомогти викладачу створювати моделі об'єктів чи процесів пізнання, реалізовувати принцип моделювання навчальних ситуацій під час пояснення навчального матеріалу та організації розв'язування завдань. Крім того, до вищевказаних засобів можна також віднести відео-фрагменти, що можуть бути записані на електронних цифрових носіях, та демонстраційні довідково-інформаційні системи тощо.

До засобів, що забезпечують складові діяльнісного предметно-орієнтованого середовища, у першу чергу, належать програмні засоби, що уможливають візуалізацію об'єктів навчання із виконанням над ними певних дій чи перетворень. Серед таких засобів чільне місце займають педагогічні програмні засоби GRAN і DG, що розроблені відповідно під керівництвом українських учених М. І. Жалдака [132] і С. А. Ракова [245].

Крім того, швидке і якісне виконання чисельних обчислень, аналітичних перетворень, побудову дво- та тривимірних графіків забезпечують системи комп'ютерної математики, дослідження використання яких було здійснено Дж.Барвицем [7], О. І. Вітюком [86], Ю. В. Горошком [108], В. П. Дьяконовим

[125], М. І. Жалдаком [132], О. Б. Жильцовим і Г. М. Торбіним [133], М. Кастро, М. Реборедо та М. Фановичем [11], В. І. Ключком та З. В. Бондаренко [160], Д. Кнудом [28], У. П. Когут [164], Т. Лейтоном [30], М. В. Львовим [187], П. Меллом та Т. Гранцем [33], В. М. Михалевичем і О. І. Тютюнник [205], Ю. В. Триусом [298], М. П. Шишкіною [314]. У дослідженні використовуємо вагомий досвід учених щодо застосування СКМ під час навчання математичних дисциплін, але здійснюємо пошук іншого комп'ютерно-орієнтованого супроводу, що можна застосовувати для організації навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців з ІТ.

Це має бути супровід, що забезпечить складові діяльнісного предметно-орієнтованого середовища та буде сприяти формуванню вмінь студентів під час їхнього опанування процедур розв'язування диференціальних рівнянь та їхніх систем. До таких засобів відносяться комп'ютерні тренажери та розв'язальники. Комп'ютерні тренажери, на думку В. М. Андрієвської [52], О. В. Вітюк [86], М. І. Жалдак [131], В. Г. Моторіної [214], Н. В. Олефіренко [227], О. О. Рибалко [250], Е. І. Федорчук [303], М. П. Шишкіної [314], можуть використовуватись як алгоритмізовані практичні посібники, інтерфейс яких надає можливість студентам по-кроково відпрацьовувати процедуру, що вивчається, з паралельним виправленням помилок під час розв'язування. Застосування тренажерів під час опанування студентами процедур розв'язування ДР сприяє поступовій автоматизації цих дій, втраті її новизни та формуванню.

Перевірку сформованості відповідних дій у студентів можна забезпечити, використовуючи хмарні обчислення (cloud computing), що уможливають надання користувачу, за потребою, зручного доступу до обчислень через відповідні ресурси. Швидкість і простота отримання послуг від таких ресурсів сприяла стрімкому зростанню кількості досліджень застосування хмарних технологій у навчанні вищої математики. Застосування хмарних обчислень досліджували А. Алабі, А. Мегана та Р. Гарсія [4], Н. Р. Балик [60], С. В. Бас [62], Ю. В. Биков [68], А. Ф. Дода та В. М. Михалевич [206], Ю. Ю. Дюлічева [127], Ю. М. Линник [181], П. Мелл та Т. Гранц [33], В. П. Олексюк [226],

Л. М. Олійник [228], З. С. Сейдаметова [261] та Г. С. Сейдаметов [260], С. О. Семеріков [262], М. І. Сидорова [264], М. П. Шишкіна [314] та інші. Науковці не ставили за мету розробку методики управління навчально-пізнавальною діяльністю майбутніх фахівців з ІТ через залучення хмарних обчислень під час навчання методів розв'язування ДР.

Коригування відповідних дій студентів також має відбуватись через засоби визначення рівня їхніх навчальних досягнень. До таких засобів відносяться тестові завдання, що різняться за способом розміщення, за структурою, за можливими способами подання відповіді, за ступенем «гнучкості», за повнотою охоплення навчального матеріалу, тощо. Питання діагностики рівня знань і вмінь студентів під час професійної підготовки, зокрема коригування засвоєння навчального матеріалу через комп'ютерно-орієнтовані тестові форми організації контролю досліджувалось В. С. Аванесовим [50], І. М. Біляй [69], К. В. Власенко [89], Д. Є. Губар [113], К. М. Гуревич [114], І. М. Мілютіною [202], Ю. Й. Тулашвілі [299], Дж. Харви [20] та іншими. Учені розглядали системи створення та використання програмних засобів під час тестування студентів, але питання комп'ютерно-орієнтованого контролю навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ залишилось поза увагою дослідників.

Крім того, науковцями не повною мірою розглянуті педагогічні програмні засоби, що мають довідково-інформаційне призначення під час навчання студентів ДР. Такі засоби використовуються як доповнення до традиційних підручників та навчальних посібників. Це можуть бути електронні посібники, підручники, довідники, бази даних та бази знань з текстовим або мультимедійним поданням навчального матеріалу, гіпертекстові або гіпермедійні системи. За способом зберігання даних ППЗ довідково-інформаційного призначення можуть зберігатися на основі зосередженої або розподіленої моделі зберігання даних. Природною формою зберігання такого роду даних є освітні сайти. Вважаємо, що освітній сайт – це цілісна, концептуально обґрунтована і структурно вибудована система, що об'єднує в

собі взаємозв'язані між собою веб-сторінки, зміст яких підпорядкований загальній ідеї і виражений в конкретних цілях і завданнях кожної з них [276].

На думку Д. Є. Губар [113] і Н. В. Ігнатової [145], актуальність розробки навчальних ресурсів обумовлюється потребою удосконалення шляхів і методів взаємодії суб'єктів навчального процесу між собою, підвищення рівня візуалізації дидактичного матеріалу; відсутністю єдиної узгодженої системи щодо застосування засобів інтерактивного навчання у підготовці фахівців. Погоджуємось із дослідницями, що застосування засобів інтерактивного навчання може забезпечуватись використанням телекомунікаційних мереж, що уможлиблюють організацію навчання вищої математики за змішаним підходом до навчанням (blended learning).

Використання змішаної моделі організації навчального процесу ЗВО досліджували С. Бонк [9], М. Дрісколл [16], Д. Гаррисон та Т. Воган [17], Дж. Еттевелл [6], Дж. Мур, Д.-Д. Каміль та Г. Криста [34], Т. К. Кен Нео [26], Б. Коліс та Дж. Мунен [13], А. Хайнс [21] та інші науковці. Аналізуючи різні підходи М. Дрісколла [16] до визначення поняття змішаного навчання, було з'ясовано, що залучення цього типу навчання вимагає від викладача поєднання традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, забезпечуючи під час цього соціальну взаємодію («студент-викладач», «студент-студент»), що для студентів спеціальності КН має вагоме значення.

Розглянемо більш докладно вимоги до розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ на основі змішаного підходу.

Навчальний контент курсу ДР має бути подано державною мовою та містити необхідне дидактичне забезпечення досліджуваної дисципліни: путівник за курсом і його програму, інтерактивні лекції до кожної теми, добірку методичних рекомендацій до практичних робіт, процедури розв'язування основних типів диференціальних рівнянь, тренажери для відпрацювання вміння розв'язування ДР, динамічні моделі для формування вміння математичного моделювання, онлайн-калькулятори для перевірки правильності розрахунків, ППЗ

для візуалізації об'єктів навчання, СКМ для полегшення виконання складних обчислень та реалізації чисельних методів обчислення диференціальних рівнянь та їхніх систем, електронну бібліотеку з дисципліни з посиланнями на навчальні посібники та навчальні сайти, віртуальну класну кімнату.

Такий курс може бути розміщено на сайті, реалізація якого уможлиблюється через застосування системи керування вмістом *Content Management Systems* (надалі CMS) WordPress [232].

Засоби CMS мають програмне забезпечення, що надає інструменти для додавання, редагування, видалення відомостей на веб-сайті. Більшість сучасних CMS мають модульну архітектуру, що надає можливість адміністраторові самому обирати і надбудовувати ті компоненти, які йому необхідні. Подібні до WordPress CMS уможливають керування текстовим і графічним наповненням веб-сайту, надаючи користувачеві інтерфейс для роботи із вмістом сайту, зручні інструменти зберігання та публікації потрібного матеріалу, автоматизуючи процеси розміщення даних у базах даних та її видачі у Інтернет-простір.

Обираючи CMS серед найпоширеніших, дістали висновку, що WordPress має низку переваг перед іншими системами: простота встановлення, простота налаштувань; простота адміністрування; високий рівень функціональності; швидкість роботи; гнучка можливість seo-оптимізації; підтримка сучасних веб-стандартів. Крім того, використання WordPress є безкоштовним. Це обумовлюється залученням мови програмування PHP із використанням бази даних MySQL та ядра системи умовах ліцензії GNU General Public License.

До того ж, досвід використання WordPress у освітній сфері [40], починаючи з 2008 року, свідчить про його надійність та зручність. WordPress став потужним інструментом для створення сайтів газет, журналів, університетів і коледжів та останнім часом поширено використовується у якості систем керування освітнім контентом та навчальним процесом.

Було проаналізовано зміст існуючих сайтів, що можуть забезпечувати змішане навчання ДР майбутніх фахівців (табл. 1.2). Цей аналіз засвідчив, що існуючі розробки не повною мірою відповідають вищевказаним вимогам.

Таблиця 1.2

Інтернет-ресурси, що можуть використовуватись під час навчання ДР

Назва сайту	Вміст сайту
1	2
Українські інтернет-ресурси	
«Образовательный канал AIWEBRa» [225]	Містить навчальні матеріали до тем «Звичайні диференціальні рівняння» та «Диференціальні рівняння вищих порядків»: <ul style="list-style-type: none"> • теоретичні матеріали; • відео-фрагменти лекцій; • тренувальні тестові завдання.
Освітній портал математичного спрямування «YukhumCommunity» [230]	Містить приклади розв'язування основних типів диференціальних рівнянь першого та другого порядку.
Російські інтернет-ресурси	
«Дифференциальные уравнения» [122]	Містить навчальні матеріали до тем «Основні поняття теорії диференціальних рівнянь», «Звичайні ДР першого порядку», «Існування та єдність розв'язку ДР», «Звичайні ДР вищих порядків», «Теорія лінійних ДР», «Системи звичайних ДР», «Теорія стійкості», «Рівняння у частинних похідних першого порядку»: <ul style="list-style-type: none"> • теоретичні матеріали; • завдання для самостійної роботи.
Інтернет-ресурс «EXponenta.ru» [146]	Містить навчальні та довідкові матеріали до тем «ДР першого прядку», «ДР вищих порядків», «Системи звичайних ДР», «Автономні системи ДР», «Точки спокою систем ДР»: <ul style="list-style-type: none"> • теоретичні матеріали; • приклади аналітичного розв'язування ДР; • приклади розв'язування ДР за допомогою систем комп'ютерної математики MathCad та Mathematica; • завдання для самостійного опанування теми; • контрольні питання.

Продовження таблиці 1.2

1	2
«maΣprof.ru» [32]	<p>Містить навчальні матеріали до тем «ДР першого прядку», «ДР другого порядку», «Системи звичайних ДР»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретичні матеріали; • чисельні методи розв'язування ДР: методи Ейлера та Рунге-Кутта; • приклади деяких геометричних і хімічних задач, що розв'язуються із застосуванням ДР.
Англомовні інтернет-ресурси	
«Interactive Mathematics» [24]	<p>Містить навчальні та довідкові матеріали до тем «ДР першого прядку», «ДР вищих порядків»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретичні матеріали; • приклади розв'язування завдань до кожної теми; • деякі приклади застосування ДР в задачах біології, фізики, механіки.
«Interactive Differential Equations» [23]	<p>Містить навчальні матеріали до тем «ДР першого прядку», «ДР другого порядку», «Системи звичайних ДР»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретичні матеріали; • довідковий матеріал ,глосарій.
Khan Academy [24]	<p>Містить навчальні матеріали до тем «Розв'язування ДР першого та другого порядку», «Застосування ДР для розв'язування задач механіки» у вигляді відео-лекцій.</p>
«CosmoLearning» [14]	<p>Містить відео-фрагменти та приклади розв'язування диференціальних рівнянь першого порядку.</p>
MathWorks [31]	<p>Містить навчальні матеріали до тем «ДР першого порядку», «ДР вищих порядків»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • відео-лекції професорів Matlab Central Г. Стренга та К. Моле; • приклади застосування СКМ Matlab для розв'язання ДР першого та другого порядків.

Продовження таблиці 1.2

1	2
«Notes on Diffy Qs: Differential Equations for Engineers» [35]	Містить навчальні матеріали до тем «ДР першого порядку», «ДР, що допускають зниження порядку»: <ul style="list-style-type: none"> • інтерактивні лекції; • приклади аналітичного розв'язування ДР; • приклади реалізації чисельного розв'язування ДР засобами СКМ Matlab; • графічну інтерпретацію розв'язків рівнянь; • ілюстрації фізичних процесів, для опису яких застосовують ДР.
Advances in Difference Equations [3]	Містить: <ul style="list-style-type: none"> • наукові статті за темами застосування ДР; • приклади розв'язування типових ДР першого порядку; • електронну бібліотеку з дисципліни.

Більшість розглянутих мережевих ресурсів містить навчальні матеріали з ДР першого та другого порядків, інколи – систем ДР. Питанням математичного моделювання із застосуванням диференціальних рівнянь та теорії стійкості на сайтах увага майже не приділяється. Звернено увагу на відсутність комп'ютерних тренажерів, що мають сприяти формуванню вміння студентів використання процедур розв'язування диференціальних рівнянь. Також на сайтах майже відсутні засоби, що уможливають демонстраційне моделювання, забезпечують усі складові діяльнісного предметно-орієнтованого середовища та визначення рівня навчальних досягнень студентів. Крім того, комп'ютерно-орієнтовані засоби, що мають довідково-інформаційне призначення, не відповідають вимогам освітньої програми майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій.

Уточнімо, які з комп'ютерно-орієнтованих засобів можуть бути використані викладачем на різних етапах формування дій у процесі навчання ДР майбутніх фахівців з інформаційних технологій (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Комп'ютерно-орієнтовані засоби, що можуть бути використані для супроводу етапів формування дій майбутніх фахівців з ІТ під час навчання ДР

Назва етапу	Мета	Комп'ютерно-орієнтовані засоби, що мають супроводжувати етапи формування дій
1	2	3
Формування матеріалізованих дій	<ul style="list-style-type: none"> • засвоєння математичних предметних знань про: ДР першого порядку, ДР вищих порядків, лінійні ДР зі сталими коефіцієнтами, знаходження наближених розв'язків задачі Коші, системи ДР, основні положення теорії стійкості розв'язків ДР і їхніх систем; • опанування навчальних умінь: застосування процедур розв'язування різних типів ДР першого порядку, вищих порядків та систем ДР; • використання програмних засобів під час розв'язування завдань на розробку та дослідження алгоритмів функціонування комп'ютеризованих систем методами інтегрування лінійних ДР n-го порядку 	<ul style="list-style-type: none"> • лекції на сайті із застосуванням гіпертекстових технологій; • рекомендації до практичних занять із застосуванням гіпертекстових технологій; • процедури розв'язування ДР відповідних типів та їхніх систем; • комп'ютерні тренажери; • онлайн-калькулятори; • інструкції з використання систем комп'ютерної математики та педагогічних програмних засобів під час розв'язування завдань

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
Формування мовленнєвих дій	<ul style="list-style-type: none"> • розпізнавання типів ДР першого та вищих порядків; • дотримання етапів аналізу диференціальних моделей на: коректність, повноту, складність, точність; • розпізнавання етапів дослідження існування, єдиності і стійкості розв'язків на основі теорії стійкості розв'язків ДР 	<ul style="list-style-type: none"> • лекції на сайті із застосуванням гіпертекстових технологій; • рекомендації до практичних занять із застосуванням гіпертекстових технологій; • процедури розв'язування ДР відповідних типів та їхніх систем; • тестові завдання; • динамічні моделі; • віртуальна класна кімната
Формування розумових дій	<ul style="list-style-type: none"> • формування вміння математичного моделювання певних процесів і явищ за допомогою: ДР першого порядку, лінійних ДР зі сталими коефіцієнтами; нормальних систем ДР; • формування умінь, що є необхідними для майбутньої професійної діяльності: аналіз адекватності моделі предмету дослідження, дотримання процедур розв'язування задач моделювання об'єктів і процесів інформатизації, задач оптимізації, прогнозування, оптимального керування та прийняття рішень, розробка концепції комп'ютерної реалізації моделі предмету дослідження, дослідження керованості моделей 	<ul style="list-style-type: none"> • динамічні моделі; • онлайн-калькулятори; • ППЗ для візуалізації об'єктів навчання; • СКМ Maxima, Scilab; • віртуальна класна кімната

Застосовування вищевказаних засобів під час навчання ДР разом із відповідними методами і формами навчання, має забезпечити супровід

опанування майбутніми фахівцями з ІТ певними компетентностями, серед яких значне місце відводиться інформатичним. Формування таких компетентностей, на думку М. І. Жалдака [131], відбувається через рефлексування студентами набутого досвіду розв'язування задач предметної галузі. Під час навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН відбувається накопичення їхнього певного досвіду використання сучасних комп'ютерно-орієнтованих технологій для «математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробки обчислювальних моделей та алгоритмів чисельного розв'язання задач математичного моделювання з урахуванням похибок наближеного чисельного розв'язання професійних задач» [231]. Надалі під час навчання студентів спеціальних дисциплін здійснюється рефлексування цього досвіду та його удосконалення. Враховуючи це та орієнтуючись на визначення інформатичних компетентностей, що запропоновані С. С. Зелінським [139] та О. М. Яцько [324], розглядаємо їх у дослідженні як складову професійних компетентностей, що характеризується здатностями майбутнього фахівця застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій у процесі засвоєння фундаментальних і фахових дисциплін, готовністю використовувати такі технології в професійній діяльності.

Згідно обраному підходу, з ОП [231] було виділено здатності майбутнього бакалавра з КН, що можуть бути сформовані під час навчання ДР. Було встановлено, що майбутній фахівець з ІТ має бути здатним використовувати комп'ютерно-орієнтовані технології для: знаходження, систематизації, аналізу, організації і перетворення необхідних даних із різних джерел; реалізації високопродуктивних обчислень на основі хмарних сервісів; забезпечення організації обчислювальних процесів за допомогою СКМ; автоматизації власного робочого місця та самостійного саморозвитку; ефективного вибору програмних продуктів для вирішення поставлених задач; аналізу та побудови математичних моделей процесів; інтелектуального аналізу даних з візуалізацією результатів.

Таким чином, використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання диференціальних рівнянь майбутніми фахівцями з ІТ ґрунтується

на створенні й застосуванні освітнього сайту, розроблення та залучення якого вимагає забезпечення вибору відповідних компонентів методики навчання ДР. Розробка й застосування комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ вимагає з'ясування методичних передумов, що, за дослідженням Unesco Institute for Education [46], має забезпечувати підготовку майбутніх фахівців, стимулюючи самоосвіту протягом усього життя.

1.4. Методичні передумови комп'ютерно-орієнтованого навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук

Обґрунтуємо на підставі чого вважаємо, що комп'ютерно-орієнтоване навчання диференціальних рівнянь може забезпечити позитивний вплив на результативність навчання майбутніх фахівців з ІТ. В основі обґрунтування лежить фізіологія півкуль мозку людини, що з досліджень В. Г. Афанасьєва [57], С. У. Гончаренка [106], Е. Ф. Зеєра [138], М. С. Кагана [147], Е. Г. Юдина [318], визначає принципи його роботи.

Відомо, що півкулі мозку людини є двома дієвими самостійними системами, які відповідають за різні функції та взаємодіють під час діяльності людини за певних умов. Права півкуля мозку, що контролює ініціативу, уяву, творчість студента тощо, характеризує його цілісне сприйняття (візуальне, аудіальне тощо) навчального матеріалу. Діяльність півкулі може бути забезпечено через представлення відповідним чином навчального матеріалу, залучення певної системи подання зображень за допомогою засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій. Студентові, який з дитинства вміє мислити образами, таке системне подання навчального матеріалу допомагає уявляти та сприймати одночасно більшість його аспектів.

Ліва половина мозку забезпечує інше – лічбу, встановлення послідовності об'єктів, логічні операції тощо. Найчастіше ця півкуля керує розумовою діяльністю під час навчання математики через відповідальність за аналіз, міркування, співставлення й обробку фактів тощо. Вплив на ліву півкулю мозку

уможлиблюється, на думку В. І. Ключка [159], Т. В. Крилової [171], В. Г. Моторіної [213], З. І. Слєпкань [284], через формування системного стилю мислення у студентів, через використання певних методичних систем навчання (цілей, змісту, методів, форм, засобів).

Застосування комп'ютерно-орієнтованого супроводу навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ, сприяє як «право-півкульному» сприйняттю студентами навчального матеріалу («задовольняючи» потреби мозку), так і зв'язку елементів вищевказаної системи, що може впливати на ліву півкулю. Отже, використовуючи комп'ютерно-орієнтований підхід до навчання, намагаємось водночас впливати на роботу правої і лівої півкуль, стимулюючи зв'язки нейронів мозку студента, контролюючи його навчальну діяльність.

В методичній літературі висвітлюються різні аспекти комп'ютерно-орієнтованого навчання вищої математики та окремих її розділів майбутніх фахівців. Дослідники створювали комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання, що уможливають математичну підготовку майбутніх учителів (Р. М. Асланов [56], І. М. Біляй [69], Г. О. Михалін [208], В. Г. Моторіна [215], О. В. Тутова [300] та ін.), економістів (С. В. Бас [62], Л. П. Гусак [115], Н. М. Самарук [257], К. І. Словак [285] та ін.), інженерів (З. В. Бондаренко [77], К. В. Власенко [95], С. А. Кирилашук [155], І. В. Михайленко [204], І. В. Хом'юк [306], О. О. Чумак [310] та ін.). У працях учених, що відображали певні підходи до розв'язання досліджуваної проблеми, не ставилась за мету розробка компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Аналіз праць вищевказаних науковців уможливив констатування того, що дидактична ефективність педагогічного замислу, що покладено у основу комп'ютерно-орієнтованого навчання, не може бути підвищена лише через використання досліджуваних технологій у процесі навчання, оскільки це суперечить закономірності здійсненності і потенційної ефективності будь-якої з систем. Така закономірність була сформульована Б. С. Флейшманом. На думку вченого «з елементів, що мають певні властивості, за прийнятими правилами їх

взаємодії принципово неможливо створити систему більш досконалу (ефективну), ніж дозволяють зробити ці елементи чи правила» [304, с. 148]. Отже, «стеля ефективності» комп'ютерно-орієнтованої методики навчання має визначатися «стелею ефективності» кожного з її взаємозв'язаних і взаємодіючих компонентів, з яких складається педагогічний задум. Погоджуючись із такою думкою, вслід за Ю. В. Триусом [298], вважаємо, що комп'ютерно-орієнтовані технології можуть забезпечити як встановлення, так і посилення зв'язків між елементами методики (рис. 1.1).

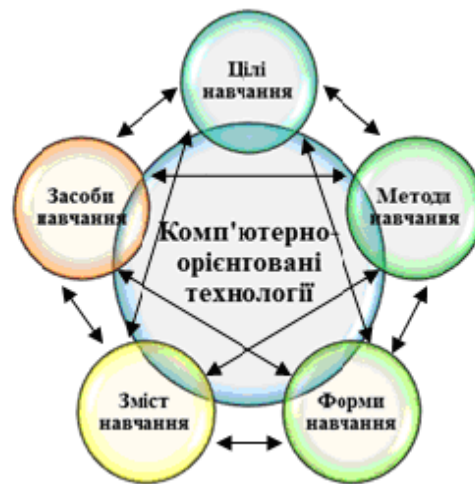


Рис.1.1. Взаємозв'язок компонентів методичної системи комп'ютерно-орієнтованого навчання

Аналізуючи існуючі моделі опису встановлення відповідного взаємозв'язку, використовуємо модель Н. В. Морзе [211], в якій множину елементів методичної системи доповнено: очікуваними результатами навчання; технологіями добору змісту, методів, форм і засобів навчання; технологіями встановлення зв'язків між елементами методичної системи. На думку вченої, очікувані результати впровадження будь-якої методичної системи знаходяться у прямій залежності від цілей навчання.

Цілі навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН полягають у формуванні математичних предметних знань про ДР та їхні системи; розвитку розумових дій, уміння математичного моделювання певних фізичних, економічних, соціальних процесів; вихованні інтересу до майбутньої професійної діяльності під час аналізу математичних моделей і використання комп'ютерно-

орієнтованих засобів навчання. Залучення останніх має сприяти розвитку інформатичних компетентностей майбутніх бакалаврів з КН.

Цілі навчання кожної з математичних дисциплін майбутніх фахівців з ІТ значною мірою залежить від особливостей їхньої подальшої професійної діяльності. Зокрема, фахівець з ІТ має вміти здійснювати математичну постановку завдання, що сформульовано фахівцем відповідної предметної галузі в описовому вигляді. Для того, щоб формалізувати умову завдання, майбутній фахівець має уявляти про відповідність математичних моделей процесам, що досліджуються. Погоджуємось із Т. В. Криловою [172], що ознайомлення студентів із значною кількістю фізичних, економічних та соціальних процесів відбувається під час їхнього навчання диференціальних моделей. На думку вченої, опанування студентами математичним моделюванням за допомогою ДР має супроводжуватись наочністю, підготовленою викладачем. З досвіду, високий рівень наочності можна забезпечити шляхом використання засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій [47].

Із практики В. І. Клочка і З. В. Бондаренко [160], І. В. Михайленко [204], О. М. Потапової [239], К. І. Словак [285], вказані засоби також можуть забезпечити супровід опанування майбутніми фахівцями стандартними методами розв'язування диференціальних рівнянь. Після отримання диференціального рівняння в процесі формалізації завдання студент має навчитися здійснювати вибір спеціалізованого математичного програмного забезпечення та виконувати за його допомогою необхідні розрахунки. Для розрахунків можуть бути використані типові процедури розв'язування або програмні засоби (СКМ, хмарні обчислення). У випадку відсутності типової процедури розв'язування диференціального рівняння фахівець з ІТ має виконати алгоритмізацію та програмування методу та здійснити розрахунки за допомогою програми, що створена. В основі теоретичної розробки нового методу або доопрацювання стандартного у відповідності до особливостей завдання лежать знання та вміння майбутнього фахівця з ІТ використовувати чисельні методи розв'язування ДР та їхніх систем. Через навчальні ресурси у студентів

з'являється можливість отримання додаткового навчального матеріалу про певні чисельні методи, їх реалізацію за допомогою хмарних розрахунків.

Після виконання необхідних розрахунків майбутньому фахівцеві треба навчитися інтерпретувати отриманий програмний розв'язок задачі та надати його фахівцю відповідної предметної галузі для подальшої спільної інтерпретації. Найчастіше інтерпретація результатів, що передаються фахівцеві предметної галузі, має здійснюватися фахівцем з ІТ на основі його знань теорії стійкості розв'язків і теорії випадкових процесів. Використання таких знань студентом забезпечується через його розгляд об'єкту навчання, зокрема ДР, як системи, через виокремлення у ній реальних, дійсних елементів, зв'язків і відношень між ними. Забезпечення чіткої структури подання навчального матеріалу студентам про ДР під час синхронного та асинхронного режимів навчання через інформаційні ресурси, на думку К. В. Власенко [95], Д. Є. Губар [113], К. І. Словак [285], Ю. В. Триуса [298], має забезпечити системне сприйняття навчального матеріалу майбутніх фахівців.

Отже, усвідомлюючи навчальний курс з ДР як певну систему, студенти мають навчитися (очікувані результати навчання ДР):

- розрізняти типи диференціальних рівнянь першого та вищих порядків;
- застосовувати процедури розв'язування різних типів диференціальних рівнянь першого порядку, лінійних диференціальних рівнянь n -го порядку та систем диференціальних рівнянь;
- використовувати й розробляти завдання на моделювання об'єктів і процесів інформатизації, задач оптимізації, прогнозування, оптимального керування та прийняття рішень, тощо;
- досліджувати властивості математичних моделей на коректність, повноту, складність, точність моделей; на існування, єдиність і стійкість розв'язків, тощо, на основі теорії стійкості розв'язків диференціальних рівнянь;
- використовувати програмні засоби для дослідження отриманого розв'язку, оцінювання, порівняння аналітично, числового та наближено одержаного розв'язку, а також під час розв'язування завдань на розробку та

дослідження алгоритмів функціонування комп'ютеризованих систем методами інтегрування лінійних диференціальних рівнянь n -го порядку.

Вказані очікувані результати уможливають проектування змісту навчання ДР, планування аудиторних занять і самостійної роботи студентів із залученням комп'ютерно-орієнтованого супроводу.

У процесі систематизації завдань було проаналізовано дослідження Т. В. Крилової [172]. Учена сформулювала методичні вимоги до побудови системи завдань, а саме: наявність достатньої кількості формальних задач, професійної однозначності та прикладного змісту. Запропонована науковцем система завдань була орієнтована на студентів механічних та хімічних факультетів і не передбачала застосування різноманітних засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій для навчання диференціальних рівнянь.

Розроблена К. В. Власенко [95] система завдань, що міститься в освітньому інформаційному середовищі, уможливорює організацію процесу результативної взаємодії викладача та студента під час навчання ДР, але не відповідає системі вмінь, опанування якої необхідне для професійної діяльності майбутнім фахівцям з інформаційних технологій.

Створена Г. О. Михаліним [208] система навчальних завдань з диференційних рівнянь була розрахована на студентів педагогічних університетів, майбутня професійна діяльність яких має бути пов'язана з викладанням математики. Система містить завдання практичного змісту, пов'язані із застосуванням диференціальних рівнянь для математичного моделювання та математичні завдання, що забезпечують навчання майбутніх вчителів диференціальних рівнянь у частинних похідних. Науковець наголошує на необхідності більш докладного вивчення математичних теорій, але в його працях майже не розглядається можливість застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій опанування диференціальних рівнянь.

Створена І. В. Михайленко [204] система завдань спрямована, в основному, на організацію самостійного вивчення майбутніми інженерами-механіками диференціальних рівнянь. Завдання розміщені у системі керування

навчанням Moodle, мають професійно орієнтований зміст, але не передбачають застосування комп'ютерних технологій для опанування студентами процедур розв'язування диференціальних рівнянь.

З. В. Бондаренко та В. І. Клочко [160] запропонували систему навчальних завдань, що орієнтована на поглиблення та розширення бази знань фахівців з інформаційних технологій на основі використання СКМ, а саме MathCAD 14 та Maple 13. Зазначимо, що обидва ці програмні продукти не є безкоштовними, тому застосування їх у навчальному процесі має певні труднощі. Крім того, за шість років у системі професійних умінь студентів, що опановують спеціальності ІТ-галузі, відбулися певні зміни, а це вимагає внесення відповідних змін у зміст і систему засобів навчання.

Отже, праці вищевказаних науковців відображують важливі, але лише певні шляхи систематизації завдань, що спрямовані на формування у майбутніх фахівців з ІТ умінь розв'язувати диференціальні рівняння різних типів.

Враховуючи це, в дослідженні було здійснено систематизацію завдань на основі:

- підпорядкування всіх завдань даної системи основним цілям навчання, які сформульовані у вигляді певних видів діяльності;
- структурування і систематизації змісту навчання;
- розподілу завдань на групи, що об'єднані за способом розв'язування;
- знаходження загального способу розв'язування для всіх завдань однієї групи і представлення його у вигляді орієнтовної процедури діяльності;
- дотримання послідовності подачі завдань однієї групи таким принципам: від простого до складного, від стандартного до творчого, від конкретного до абстрактного;
- забезпечення взаємозв'язку між фундаментальною та професійною підготовкою студентів через професійно орієнтовані завдання (під професійно орієнтованими завданнями, за Н. В. Скоробогатовою [283], розуміємо деяку абстрактну модель реальної проблемної ситуації практичного характеру в професійній сфері діяльності, сформульовану у вербальній, знаковій або

образно-графічній формах, та яка може бути розв'язана математичними засобами);

– залучення системи засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, що мають міститись в єдиному освітньо-науковому інформаційному середовищі (на освітньому сайті).

Під час систематизації завдань враховувалось, що ускладнення системи завдань має відбуватись за принципами, які було запропоновано В. П. Беспальком [67].

Враховуючи вищевказане, було розроблено можливі рівні складності систематизованих навчальних завдань з диференціальних рівнянь, а саме:

– завдання першого рівня складності мають забезпечити опанування студентами вмінням розпізнавати типи диференціальних рівнянь, визначати порядок рівнянь, відтворювати найпростіші математичні дії, зокрема групування елементів, заміна похідної відношенням диференціалів, через виконання різних типів систематизованих комп'ютерних тестових завдань, що можуть бути розміщені на навчальному сайті;

– завдання другого рівня складності мають бути спрямовані на усвідомлення студентами сукупності елементів, що входять до диференціального рівняння, відтворення простішого алгоритму дій під час розв'язування диференціального рівняння, виконання заміни змінних у диференціальному рівнянні, знаходження табличних похідних та первісних. Розв'язування таких завдань уможливорює створення студентом правил-орієнтирів розв'язання рівнянь різних типів та опанування відповідних процедур через застосування певних педагогічних програмних засобів, зокрема СКМ Maxima, Scilab та GRAN;

– завдання третього рівня складності вимагають від студентів застосування набутих умінь для розв'язування типових завдань. Їхнє розв'язування має забезпечувати опанування студентами стандартними процедурами, реалізованими у комп'ютерних тренажерах, що мають бути розміщені разом із відповідними завданнями системи;

– виконання завдань четвертого рівня складності вимагає від студента використання знань у системі міжтематичних зв'язків: основних законів фізики, хімії, економіки тощо, для розуміння яких студенти використовують математичні моделі відповідних процесів. Це практичні завдання, організація розв'язування яких передбачає залучення динамічних моделей, що мають бути серед засобів навчання;

– до завдань п'ятого рівня складності було віднесено професійно орієнтовані завдання, розв'язування яких забезпечує імітацію майбутньої професійної діяльності студентів. Організація розв'язування таких завдань потребує від студентів залучення вміння програмування під час реалізації алгоритмів наближеного розв'язування ДР та їхніх систем із залученням онлайн-калькуляторів типу Wolfram|Alfa або Math24.biz, можливості яких описуються в лекціях і практичних роботах із застосуванням гіпертекстових технологій.

Швидкий доступ студентів до систематизованих завдань та засобів, що мають супроводжувати процес їх розв'язування, можна забезпечити через розробку сайту навчального призначення, який сприятиме впровадженню технологій добору змісту, методів, форм і засобів навчання, уможливить встановлення зв'язків між складовими методики навчання ДР.

Вважаючи, що успіх в організації опанування студентами технічних університетів математичними знаннями, вміннями та навичками обумовлюється використанням комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання, проаналізована доцільність використання сайтів навчального призначення як засобів, що можуть забезпечити встановлення зв'язків між складовими методики навчання ДР [277].

У працях Р. М. Абалуєва, Н. Є. Астаф'євої, Н. І. Баскакової, О. Ю. Бойко, О. В. Вязової, Н. О. Кулешової, Л. М. Уметского та Г. О. Шешериної [48], Д. Є. Губар [113], обґрунтовується, що доповнення засобів навчання web-ресурсами закладає основу формування навчального інформаційного середовища університету, яке забезпечує координацію навчальних дій студентів, організацію змішаного навчання й управління навчально-професійною діяльністю майбутніх фахівців, розвиток їхніх інформатичних компетентностей. Крім того, у дослідженнях науковців наголошується, що

зазначені засоби навчання можуть допомогти зробити традиційну дидактичну систему більш адекватною до вимог сучасного інформаційного суспільства через забезпечення зв'язків між усіма її елементами. Попри існуючий вагомий досвід, що є підґрунтям дослідження, ученими майже не звертається увага на можливості реалізації комп'ютерно-орієнтованого навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ через розробку і використання сайтів.

З'ясуємо вимоги, яким має задовольняти навчальний сайт.

Матеріали, що готуються для наповнення сайту мають бути згруповані за цільовими аудиторіями: для студентів та для викладачів (рис. 1.2).

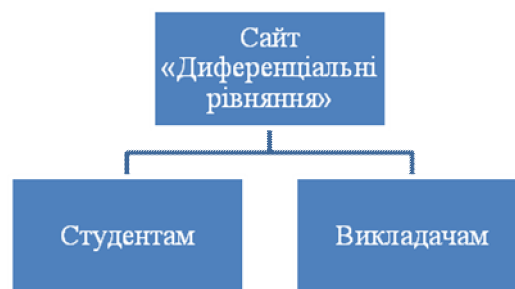


Рис.1.2. Цільові аудиторії сайту «Диференціальні рівняння»

За рекомендаціями Д. Є. Губар [113], сайт має складатись з чотирьох модулів: навчального, методичного, пізнавального та моніторингового.

Блоки *навчального модуля* мають забезпечувати теоретичне й практичне навчання та надання доступу до інформаційно-довідкових відомостей студентам. До засобів, що містяться у теоретичному блоці мають входити цифровані версії паперових підручників, електронні підручники та навчально-методичні посібники, що містяться в електронній бібліотеці, конспекти лекцій з дисципліни, що забезпечуються супроводом комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання: комп'ютерними тестами, що уможливають управління усним опитуванням студентів; педагогічними програмними засобами, призначеними для графічного аналізу інтегральних кривих, що отримані під час пояснення студентам процедур розв'язування диференціальних рівнянь і їхніх систем; динамічними моделями, що через анімацію і напівавтоматичне управління допомагають студенту сприймати візуалізовані моделі соціальних,

економічних, фізичних та інших процесів; онлайн калькуляторами, що застосовуються для перевірки готового розв'язання завдань на математичне моделювання.

Організація комп'ютерно-орієнтованого теоретичного навчання студентів обумовлюється системністю та послідовністю подання навчального матеріалу на сторінках сайту. Застосування гіпертексту має допомогти майбутньому фахівцю виокремлювати важливе та істотне серед значного обсягу даних, структурувати навчальний матеріал, будувати логічні переходи, усвідомлювати певні схеми і процедури розв'язування типових завдань.

Практичний блок має містити навчально-методичні рекомендації до практичних занять, інтерактивні засоби для проведення практичних й лабораторних занять для аудиторної й самостійної роботи студентів з умовами завдань до індивідуальних робіт та з прикладами пояснення їх розв'язування. Засоби, що використовуються під час теоретичного навчання мають бути доповнені тренажерами, що можуть використовуватись викладачем і студентом для супроводу перевірки одержаних результатів, повторення та закріплення навчального матеріалу, формування й удосконалення практичних навичок майбутніх фахівців.

Дидактичне забезпечення інформаційно-довідкового блоку має уможливлувати управління навчально-професійною діяльністю студентів під час навчання ДР через використання WEB технологій. У блоці може бути розміщена віртуальна класна кімната, що через карту навчання та систему інформаційних ресурсів з дисципліни забезпечить спілкування з викладачем у зручний час, навчання ДР у зручному місці, неодноразовий доступ до навчальних матеріалів, індивідуалізацію навчання, залучення комп'ютерно-орієнтованих дидактичних засобів.

До матеріалів *методичного модуля* можуть відноситись: навчальна програма з ДР; навчально-методичні рекомендації до навчання дисципліни; дидактичні матеріали до опанування процедур розв'язування диференціальних рівнянь різних типів.

Забезпечення сервісів взаємодії «викладач-студент», «студент-студент» може здійснюватися через блоки *пізнавального модуля*. Сайт має містити зв'язок із ресурсами, що уможливають застосування онлайн розрахунків, педагогічних програмних засобів та СКМ, підтримувати зв'язок із популярними соціальними мережами для оцінювання його матеріалів та поширення використання, забезпечувати онлайн консультації й листування через електронну пошту викладача (sitakirina@gmail.com), надавати відео зв'язок у певний час за допомогою Skype (Ірина Сітак).

Блоки *пізнавального модуля* мають забезпечувати *моніторинговий модуль*, за допомогою якого здійснюється контроль комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР. Матеріали цього модуля забезпечують тестування, доступ до онлайн-заліковки тощо.

Вищезазначені вимоги було дотримано під час розробки сайту «Диференціальні рівняння» [268], опис якого буде здійснено в п. 2.1. Використання створеного сайту під час теоретичного й практичного навчання ДР буде описане відповідно в п.п. 2.2.1 – 2.2.2 роботи, при цьому організація навчання безпосередньо залежить від умілого використання викладачем різноманітних засобів комп'ютерно-орієнтованого навчання.

Покажемо, як за допомогою сайту можуть бути реалізовані варіанти комбінування традиційних та інноваційних методів навчання. З'ясуємо, які з традиційних методів й активних методів навчання має використовувати викладач з метою ефективного навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ. Розглянемо можливість використання засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій з метою удосконалення викладачем переходів від традиційних методів до активних та інноваційних.

Розглядаючи організацію навчально-професійної діяльності студентів під час їхнього навчання ДР, що передбачає дотримання етапів формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій, вважаємо доцільним використання класифікації методів навчання за типами навчальної діяльності, запропонованої І. Я. Лернером і М. М. Скаткіним [180]: пояснювально-

ілюстративні, репродуктивні, проблемного викладу, частково-пошукові або евристичні бесіди та дослідницькі методи.

Залучення пояснювально-ілюстративних й репродуктивних методів пояснюється тим, що під час навчання ДР студентів важливим є їх орієнтування у значному обсязі навчального матеріалу, зокрема про: ДР першого порядку, ДР вищих порядків, лінійні ДР зі сталими коефіцієнтами, знаходження наближених розв'язків задачі Коші, системи ДР, теорію стійкості розв'язків ДР і їхніх систем. Орієнтування в значному обсязі навчального матеріалу має забезпечуватись через результативне сприйняття майбутніх фахівців процедур розв'язування різних типів ДР першого порядку, ДР вищих порядків та систем ДР.

Використовуючи пояснювально-ілюстративний метод під час лекції, викладач у процесі пояснення, демонстрації, роботи з підручником тощо має забезпечити можливість активного усвідомлення матеріалу студентом. На думку Т. В. Крилової [172], І. В. Михайленко [204], Н. М. Самарук [257], цьому сприяє застосування під час лекції динамічних моделей, презентацій змісту електронних підручників, комп'ютерних тестових завдань, педагогічних програмних засобів, онлайн калькуляторів, що мають подаватись через залучення викладачем локальних пристроїв відтворення цифрових даних. Забезпечення візуалізації об'єктів навчання та їхній графічний аналіз, чітке дотримання процедур розв'язування диференціальних рівнянь і їхніх систем, перевірка отриманих розв'язків задач математичного моделювання з одночасним управлінням усним опитуванням студентів дозволяє викладачеві посилити позитивний вплив на студентів при проведенні занять.

Комп'ютерно-орієнтованого супроводу вимагає подання процедур розв'язування ДР і їхніх систем. Опанування студентами такими процедурами забезпечується їхнім частим відтворенням та повторенням способів дій за викладачем або комп'ютером, а це є головною ознакою репродуктивного методу навчання. Прикладами застосування такого методу може бути організація діяльності студентів за заданим алгоритмом, відтворення знань і способів дій, програмоване навчання, тощо. Отже, для викладача є важливим визначитись із засобами, що мають супроводжувати автоматизацію типових дій

студента, складаючи необхідний мінімум вимог під час навчання ДР. Враховуючи майбутню спеціальність бакалаврів, які навчаються досліджуваній дисципліні, вважаємо доцільним розробку засобів, що засновуються на понятті алгоритму [267]. Використовуючи природно-професійну мову фахівців з ІТ, застосовуємо графічний спосіб для подання алгоритмів (блок-схеми) розв'язування диференціальних рівнянь. Погоджуючись із Т. С. Максимовою [190], Н. В. Рашевскою [247], О. О. Чумак [310], паралельно із графічним способом подання процедур розв'язування ДР пропонуємо залучення комп'ютерних тренажерів для реалізації відповідних алгоритмів. Застосування зазначених засобів до супроводу репродуктивного методу навчання сприяє здійсненню викладачем переходу до використання проблемних методів навчання, під час яких уможлиблюється розпізнавання студентів типів ДР першого та вищих порядків, дотримання етапів аналізу диференціальних моделей на: коректність, повноту, складність, точність.

Використання проблемного викладу навчального матеріалу надає можливість розвинути у студентів системний стиль мислення. Відповідний стиль мислення може забезпечуватись через комп'ютерно-орієнтоване математичне моделювання за допомогою: диференціальних рівнянь першого порядку, лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами; нормальних систем диференціальних рівнянь. З висновків Р. М. Асланова [56], З. В. Бондаренко [78], К. В. Власенко [95], використання динаміки елементів об'єктів навчання забезпечує їх сприйняття як системи. Крім того, залучення динамічних моделей до організації розв'язування завдань, під час якого відбувається дослідження об'єкту як системи, на рівні орієнтування в усьому комплексі зв'язків і відношень між її елементами, може забезпечити перехід до використання викладачем частково-пошукового методу навчання. В процесі вивчення ДР застосування такого методу відбувається кожен раз під час розв'язування задач на створення диференціальних моделей.

Крім того, частково-пошуковий метод передбачає активну участь студентів у розв'язуванні завдань під керівництвом викладача із застосуванням відповідного методичного супроводу. Вважаємо доречним здійснення

стимулювання евристичних діалогів з метою створення правил-орієнтирів за всіма базовими темами курсу через виконання студентами комп'ютерних тестових завдань, що уможливають актуалізацію опорних знань, необхідних для самостійної побудови правил-орієнтирів [272]. Набір тестових завдань, що ставить комп'ютер, має стимулювати думку майбутнього фахівця та спонукати до пошуку розв'язання проблеми. Як показує досвід Т. С. Максимової [190], О. І. Скафи [282], О. І. Тютюнник [301], використання евристичних діалогів допомагає студентам краще розібратися у навчальному матеріалі, усвідомити характерні особливості ДР відповідного типу та способів їх розв'язування та у подальшому більш свідомо застосовувати ППЗ, СКМ і онлайн калькулятори під час навчання.

Зазначені засоби комп'ютерно-орієнтованих технологій можуть допомогти аналізувати студентам адекватність розроблених моделей процесам інформатизації, задачам оптимізації, прогнозування, оптимального керування та прийняття рішень, досліджувати керованість моделей. Забезпечення відповідного аналізу майбутніх фахівців з ІТ уможливорює використання дослідницького методу навчання, що з досліджень І. М. Біляй [69], Л. І. Нічуговської [223], І. М. Реутової [248], повною мірою сприяє розкриттю ініціативності та самостійності студентів, прояву їх творчого підходу до вирішення поставленої проблеми. Вважаємо, що організація навчально-професійної діяльності студентів під час застосування зазначеного методу уможливується через розробку спеціальних дослідницьких завдань-кейсів, що пропонуються студентам по закінченню вивчення кожної теми. За допомогою засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій студенти мають проаналізувати надані їм вхідні умови, відповідні динамічні моделі для створення математичних моделей, скористатися тренажерами для визначення типу складеного рівняння та розв'язування рівняння відповідного типу, перевірити отриманий результат за допомогою онлайн калькулятора та проаналізувати стійкість отриманого розв'язку.

Отримання студентами результату має забезпечуватись методами контролю навчання. Індивідуальне та фронтальне опитування, письмові самостійні та контрольні роботи, екзамен в усній або письмовій формі,

виконання індивідуальних завдань, автоматизоване комп'ютерне тестування може супроводжуватись використанням модулів сайту, залучення яких, з висновків Ю. В. Горошка и А. В. Пенькова [108], Д. Є. Губар [113] робить кожен з розглянутих вище методів навчання комп'ютерно-орієнтованим.

Таким чином, застосування традиційних методів для навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ може бути підсилене через залучення комп'ютерно-орієнтованих технологій. Засоби комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання уможливають комбінування викладачем традиційних методів й активного навчання, сприяючи здійсненню переходів до більш активних з них та роблячи їх комп'ютерно-орієнтованими. Через це значно поліпшується опанування навчального матеріалу студентами, його ідентифікація із цілеспрямованою практичною реалізацією, підвищується вмотивованість навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН.

Використовування вищевказаних методів навчання забезпечують якісне теоретичне та практичне навчання ДР лише тоді, коли їхня реалізація відбувається у поєднанні із відповідними формами організації навчання, що відображають характер та напрям організації навчальної діяльності.

Організація навчально-професійної діяльності студентів шляхом застосування фронтальної, групової та індивідуальної форм роботи, на думку О. І. Скафи, Н. М. Лосєвої, О. В. Мазнева [281], є невід'ємною складовою організації навчального процесу. З'ясуємо вимоги до використання зазначених форм організації навчання.

Організація фронтальної (колективної) роботи студентів під час навчання ДР є доцільною на етапі попереднього засвоєння ними навчального матеріалу та полягає у виконанні всіма студентами певних навчальних завдань. На думку В. І. Клочка [159], Г. О. Михаліна [208], О. М. Холькіна [305], застосування комп'ютерно-орієнтованого супроводу (презентацій, динамічних моделей процесів, процедур розв'язування ДР, тренажерів) для організації колективної діяльності студентів може забезпечити результативне сприйняття слухачами навчального матеріалу, що містить аналіз типів ДР і процедур їх розв'язування,

більш менш рівномірне опанування учасниками навчального процесу відповідними прийомами розумової діяльності.

Організація групової форми роботи студентів має бути спрямована викладачем на здійснення сумісної самостійної роботи (групи можуть містити до чотирьох студентів, які сидять за сусідніми партами) над завданням та реалізувати їхні прагнення до взаємодії, взаємодопомоги, спілкування, співробітництва. Це уможлиблюється через виконання групами студентів завдань-кейсів, які передбачають групову роботу з аналізу, побудови та дослідження певної диференційної моделі запропонованого процесу. Поділ студентів на групи має відбуватися у залежності від загального розвитку студентів, рівня їхньої математичної підготовки. Результативність навчальної діяльності в групах досягається через збільшення взаємодії між студентами (викладач має обрати помічника серед студентів – консультанта, на кожному занятті консультант може бути різний), між студентами (хтось є генератором ідей, хтось класифікатором цих ідей тощо) і викладачем. На думку З. В. Бондаренко [79], І. В. Михайленко [204], В. А. Петрук [235], від викладача залежить надання вчасної допомоги студентам, створення атмосфери, яка сприяє виникненню інтелектуальної, моральної, емоційної залежності членів груп. Використання певних засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій під час групової роботи забезпечує вищевказану своєчасну взаємодію та допомогу, надаючи можливість зробити її більш плідною.

Індивідуальна робота передбачає повну самостійність студента при виконанні завдання та полягає в індивідуальному розв'язуванні диференціальних рівнянь або їхніх систем, самостійному опрацюванні теоретичного матеріалу, тощо. Використання індивідуальної роботи надає можливість врахувати індивідуальні особливості студента. С. А. Кирилащук [155], Н. В. Рашевська [247], О. О. Чумак [310] вважають, що саме індивідуальній роботі слід віддавати перевагу при організації комп'ютерно-орієнтованого навчання.

Викладач може управляти індивідуальною діяльністю студента безпосередньо (К. В. Власенко [95], О. Г. Євсєєва [130], Т. В. Крилова [172]) або віддалено через сайт (Д. Є. Губар [113], К. І. Словак [285]).

Оскільки частка самостійної роботи студентів у навчанні ДР складає до 2/3 загального часу, викладач не завжди має можливість керування процесом індивідуального опанування навчальним матеріалом. Використання сайту, з досвіду [88], може сприяти кращому забезпеченню орієнтування студентів у навчальному матеріалі та вибору власного вектору навчання. Таке управління самостійною навчально-професійною діяльністю майбутніх бакалаврів може підтримуватись через розробку відповідної методики, що уможливило б віддалене керування викладачем процесом навчання ДР. Обираючи власний напрям навчання, студенти можуть отримувати однакові за змістом завдання, отримуючи при цьому різну індивідуальну допомогу на різних етапах діяльності та свій режим (синхронний, асинхронний), а також працюючи із завданнями різного рівня складності.

Під час організації як індивідуальної, так і групової роботи студентів за допомогою сайту важливо забезпечувати умови, при яких майбутні фахівці з ІТ не тільки б застосовували загальновідомі методи і прийоми розв'язання ДР, але й підводили їх до конкретного результату з урахуванням своїх здібностей; кожного разу шукали свій підхід, свій ритм, темп діяльності, спираючись на свої індивідуальні можливості.

Погоджуючись з О. Е. Коваленко [163], вважаємо, що формування прийомів навчально-професійної діяльності студентів вимагає вмілого поєднання різних форм навчання. Цей висновок узгоджується з думкою С. Л. Рубінштейна [254], який наголошує на тому, що в умовах індивідуальної та спільної діяльності динаміка психічних процесів (пам'ять, мислення, сприйняття), рівень прояву психічних функцій (психомоторних, інтелектуальних) відрізняються. Отже, для забезпечення відповідного рівня динаміки психічних процесів під час навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН форми їх індивідуальної та сумісної діяльності доцільно комбінувати в процесі залучення певних форм організації навчальної діяльності студентів, що витікає з досліджень А. В. Хуторського [307] і В. В. Ягупова [321].

З'ясуємо, які з форм організації навчальної діяльності мають стати провідними під час розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Основною формою організації навчальної діяльності у вищій школі є лекція, як одна із головних колективних форм організації навчання.

У дидактиці А. В. Хуторського [307] запропоновані (в залежності від дидактичних задач та логіки навчального матеріалу) вхідні, установчі, поточні та оглядові лекції, (за характером викладення та діяльності студентів) інструктивні, лекція-діалог, лекція з науковою структурою, лекція теоретичного конструювання, лекція-вступ до навчання, методологічна лекція, історична лекція, загально предметна лекція, узагальнююча лекція.

Погоджуємось з Ю. В. Триусом [298] у тому, що будь-яка лекція може стати комп'ютерно-орієнтованою, якщо під час неї викладач цілеспрямовано і обґрунтовано використовує засоби комп'ютерно-орієнтованих технологій.

З метою здобування студентами нових знань, формулювання проблем тощо під час організації аудиторного заняття викладач має дотримуватись чіткої структури. Структура лекцій визначається темою та метою заняття. Іншими словами, структура лекції будується поетапно: організація; постановка цілей; актуалізація знань; повідомлення навчального матеріалу викладачем та засвоєння його студентами; визначення завдання для самостійної роботи. Під час будь-якого з етапів викладач має можливість залучати засоби комп'ютерно-орієнтованих технологій. Звичайно, при цьому необхідно пам'ятати, що використання певних засобів під час якогось одного або декількох з етапів лекції унеможлиблює їх застосування в процесі іншого етапу. Дотримуючись цієї думки, вважаємо доцільним залучення комп'ютерно-орієнтованого супроводу для навчання студентів формалізації диференціальних моделей процесів, що досліджуються, наприклад процеси що відбуваються у електричному ланцюгу, приросту населення, теплообміну, прямолінійному і криволінійному руху тіла, руху тіла, що кинуто під кутом до горизонту, розпаду радіоактивних речовин, отримання розчину, періодичного коливання, витікання рідини із судини тощо. Використання викладачем на лекції

динамічних моделей може сприяти кращому розумінню студентів сутності досліджуваних процесів та полегшити формалізацію завдання під час побудови математичних моделей. Супровід пояснення студентам процедур розв'язання диференціальних рівняння пропонуємо викладачеві забезпечувати побудовою відповідних блок-схем, що можуть презентуватись за допомогою проектору чи планшетів. Крім того, під час лекцій пропонуємо використовувати програмні засоби GRAN, DG та СКМ для візуалізації отриманих у процесі розв'язування ДР інтегральних кривих з метою візуалізації особливостей розв'язків, покращення розуміння студентами властивостей отриманих функцій та їхнє дослідження. Перевірку здійснених розрахунків вважаємо доцільним забезпечувати за допомогою онлайн калькуляторів, робота з якими має презентуватись студентам. Під час опанування методів розв'язування ДР процес їхнього розв'язування на дошці пропонуємо замінювати аналізом результату, що отримано за допомогою онлайн калькулятора. Це має забезпечити більш усвідомлене розуміння студентами отриманих результатів.

Застосування систематизованих знань і формування практичних умінь і навичок щодо розв'язування різних типів ДР у майбутніх фахівців має здійснюватися під час практичних і лабораторних занять. Під час цих аудиторних занять студенти мають можливість використовувати комп'ютер під час актуалізації знань та повторення теоретичного матеріалу за допомогою виконання тестових завдань, розташованих на сайті. Застосування студентами комп'ютерних тренажерів має сприяти закріпленню дій розрізнення типів ДР, розв'язування ДР з відокремлюваними змінними, лінійних ДР першого порядку, однорідних ДР, рівнянь у повних диференціалах, побудові загального розв'язку лінійного однорідного ДР зі сталими коефіцієнтами тощо через надання можливості частого тренування. Практикування над діями мають забезпечити складові навчального сайту, що серед іншого уможливають визначення рівня навчальних досягнень студентів, отримання ними довідкових повідомлень.

Розглянуті форми організації навчальної діяльності студентів відносяться до аудиторних занять, що можна об'єднати за спільною ознакою. Їхню

комп'ютерну орієнтованість може забезпечити застосування певного супроводу, що розміщено в діяльнісному предметно-орієнтованому середовищі – сайті. За такого підходу виникає потреба у розробці методичних рекомендацій комп'ютерно-орієнтованого теоретичного і практичного навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН.

Отже, комп'ютерно-орієнтований супровід навчання ДР може сприяти організації навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців з ІТ, забезпечуючи управління нею через віртуальні процеси, що впливають на зміцнення зв'язку між компонентами комп'ютерно-орієнтованої методики навчання. Під час розробки такої методики важливо дотримуватись наступних вимог:

– *цілі навчання мають забезпечувати досягнення очікуваних результатів, що полягають у сформованості вмінь студентів розрізняти типи ДР і їхніх систем, застосовувати процедури розв'язування різних типів ДР і їхніх систем, моделювати певні процеси за допомогою ДР, досліджувати властивості математичних моделей цих процесів, використовувати програмні засоби для дослідження розв'язку й оцінювання, під час розв'язування завдань на розробку та дослідження алгоритмів функціонування комп'ютеризованих систем;*

– *зміст навчання ДР доцільно доповнити завданнями, що систематизовані на основі їх підпорядкування основним цілям навчання, які сформульовані у вигляді певних видів діяльності, структуровані і розподілені на групи та об'єднані за способом розв'язування із представленням процесу розв'язування у вигляді орієнтованої процедури діяльності, побудовані за певними принципами (від простого до складного, від стандартного до творчого, від конкретного до абстрактного), доповнені моделями реальних проблемних професійних ситуацій, вимагають залучення до розв'язування засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання;*

– *засоби навчання мають бути доповнені комп'ютерно-орієнтованим супроводом навчання ДР через розробку і застосування*

матеріалів сайту, використання модулів якого сприятимуть управлінню самостійною навчально-професійною діяльністю майбутніх бакалаврів з КН;

– методи і форми навчання мають обиратись відповідно до навчальних ситуацій, що через застосування засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій мають забезпечувати різностороннє подання смислу навчального матеріалу, розуміння якого студентами буде означати їхнє усвідомлення того, що цей смисл може мати різні змістові інтерпретації.

Опис авторської комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій здійснено у наступному розділі.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз різних поглядів дослідників на математичну підготовку майбутніх фахівців у ЗВТО, що здійснено у першому розділі, створює наукове підґрунтя для розв'язання проблеми розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

2. Актуальність створення зазначеної методики навчання обґрунтована потребою покращення математичної підготовки майбутніх фахівців з ІТ, для навчання спеціальних дисциплін; постійним розвитком комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання; важливістю формування у майбутніх випускників спеціальності КН інформатичних компетентностей.

3. З'ясовано, що використання комп'ютерно-орієнтованих технологій у навчанні диференціальних рівнянь:

– узгоджується з Національною стратегією розвитку освіти в Україні, в якій вказано спрямування на «інформатизацію та комп'ютеризацію ... вищих навчальних закладів, забезпечення таких закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних дисциплін, ..., упровадження інформаційних і комунікаційних технологій в освіті та науці тощо» [220, с. 1];

– вимагає розуміння викладачів можливостей комп'ютерно-орієнтованих технологій та коректності і доцільності залучення зазначених

технологій під час навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ;

– забезпечує раціональну організацію навчально-професійної діяльності студентів, залучення усіх видів їхньої чуттєвої перцепції, відкритість системи тренувальних вправ, побудову майбутніми фахівцями власної траєкторії навчання через дотримання принципу самостійності у пізнанні, використання змодельованих проблемних ситуацій через різнобічне подання сенсу навчального матеріалу та комп'ютерне моделювання досліджуваних процесів.

4. Показано, що залучення особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного та системного підходів до навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ вимагає уточнення цілей навчання та систематизації завдань, для розробки і організації розв'язування яких під час теоретичного й практичного навчання, мають використовуватись комп'ютерно-орієнтовані технології.

5. Обґрунтовано, що використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання ДР студентів сприяє засвоєнню математичних предметних знань про ДР і їхні системи, формуванню навчальних умінь застосування процедур розв'язування різних типів ДР та їхніх систем, розвитку вміння математичного моделювання за допомогою ДР, формуванню певних здатностей майбутнього бакалавра з КН та здобуття ним певного досвіду засвоєння інформатичних компетентностей.

6. Доведено, що ґрунтований на використанні комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання ДР комп'ютерно-орієнтований супровід навчання може бути розміщений на сайті, використання якого сприяє вибору і комбінуванню викладачем традиційних методів, форм і засобів навчання та активного навчання, роблячи їх комп'ютерно-орієнтованими.

Основні результати першого розділу опубліковано у роботах [47], [88], [92], [116], [117], [118], [162], [265], [266], [267], [269], [271], [272], [273], [275], [276], [277], [278], [279].

РОЗДІЛ 2. КОМП'ЮТЕРНО-ОРІЄНТОВАНА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Проектування компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій

Аналіз ОП [231] майбутніх фахівців з ІТ, психолого-педагогічних засад і методичних передумов їхнього опанування ДР підтвердив важливість удосконалення досліджуваного процесу через розробку методики навчання. Її впровадження у процес навчання вимагає використання декількох підходів до навчання, а саме: особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного і системного. Дотримання певних принципів зазначених підходів обумовлює доцільність розробки методики навчання як комп'ютерно-орієнтованої. Таке уточнення передбачає коригування цілей, змісту, методів, форм і засобів навчання.

Усвідомлення студентом цілей навчання ДР сприятиме його результативності. Отже, результат навчання студента залежить від того, наскільки чітко відбувається процес взаємодії його зовнішніх та внутрішніх цілей. Зовнішні цілі дисципліни визначаються освітньою програмою підготовки фахівця та виражають суспільну потребу, в той час як внутрішні цілі формуються суб'єктом діяльності самостійно.

Враховуючи думку О. Е. Коваленко [163], забезпечуємо перехід зовнішніх цілей, що формулюються у вигляді вимог до студента, у внутрішні через залучення комп'ютерно-орієнтованого супроводу, що сприяє задоволенню потреб та мотивів студента, впливаючи на його «право-півкульне» сприйняття (рис. 2.1).

Також дотримуємось висновків А. Мелецинека [199], який наголошує на тому, що кожне навчальне заняття має починатись з переходу від стратегічної

(«грубої») цілі до «тонкої», або оперативної цілі, що є складовою частиною загальної.

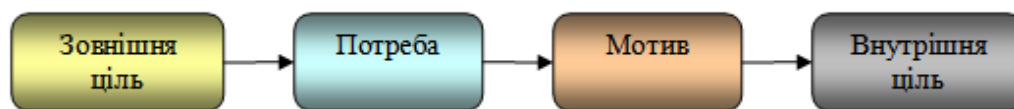


Рис. 2.1. Взаємозв'язок зовнішніх та внутрішніх цілей

Розглянемо докладніше зовнішні та внутрішні цілі на прикладі вивчення теми «Диференціальні рівняння з відокремленими змінними» (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Цілі навчання диференціальних рівнянь

Зовнішні цілі	Внутрішні цілі
<p>Навчальні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формування в студентів математичних предметних знань про ДР з відокремлюваними змінними; • закріплення математичних предметних знань про розв'язок ДР, задачу Коші; • формування в студентів умінь розв'язувати ДР з відокремлюваними змінними» 	<p>Навчитися:</p> <ul style="list-style-type: none"> • відрізнити ДР за характерними ознаками. <p>Розробити:</p> <ul style="list-style-type: none"> • процедуру розв'язування ДР з відокремленими змінними. <p>Опанувати вміннями:</p> <ul style="list-style-type: none"> • використовувати процедуру розв'язування задачі Коші для ДР з відокремленими змінними за допомогою тренажера;
<p>Виховні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • виховання інтересу студентів до майбутньої професійної діяльності 	<ul style="list-style-type: none"> • розв'язувати аналітично ДР з відокремлюваними змінними. <p>Навчитися:</p> <ul style="list-style-type: none"> • будувати, розв'язувати та аналізувати математичні моделі фізичних, хімічних, соціальних, економічних та інших процесів через динамічне комп'ютерне моделювання; • застосовувати онлайн-калькулятор Math24.biz для перевірки отриманих результатів; застосовувати СКМ і ППЗ для дослідження й оцінювання розв'язку
<p>Розвивальні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • розвиток у студентів умінь аналізувати, систематизувати, узагальнювати, робити висновки; • розвиток у студентів умінь математичного моделювання; • розвиток інформатичних компетенцій студентів 	

Оперативні цілі мають пропонуватись викладачем як перед початком кожного аудиторного заняття (теоретичного і практичного), так і під час самостійної роботи студентів.

Стратегічні цілі визначають зміст навчання, що реалізовано через систематизовані навчальні завдання різного рівню складності та залучення засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання.

Розроблена система завдань задовольняє певним вимогам, на які вказується в п. 1.4, та забезпечує раціональну організацію навчально-професійної діяльності студентів під час навчання. За складністю завдання розподілені за п'ятьма рівнями.

Завдання першого рівня складності забезпечують опанування студентами вмінням розпізнавати типи диференціальних рівнянь, визначати порядок рівнянь, відтворювати такі найпростіші математичні дії, як групування елементів, заміна похідної відношенням диференціалів тощо. Для цього використовуються тестові завдання. До кожної теми підібрано декілька завдань, кожне з яких забезпечується інформаційною підтримкою. Так, наприклад, під час вивчення теми «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі» для актуалізації знань про структуру та загальний вигляд лінійного диференціального рівняння першого порядку, студентам пропонується робота із тестовими завданням, серед яких:

Завдання 1. Зведіть диференціальні рівняння до вигляду $y' + P(x)y = Q(x)$ та визначте $P(x)$, $Q(x)$.

$$\text{a) } y' + \frac{(1 - 2x)y}{x} = 1,$$

$$\text{b) } xy' + (x + 1)y = 3x^2e^{-x},$$

$$\text{c) } y' - \frac{y}{x} = x^2,$$

$$\text{d) } xy' + 2x^2y = -2x^4.$$

Інформаційна підтримка. Якщо біля y' присутній множник, розділіть на нього усі складові рівняння.

Завдання другого рівня складності спрямовані на усвідомлення студентами сукупності елементів, що входять до диференціального рівняння, виконання заміни змінних у диференціальному рівнянні, повторення знаходження табличних похідних та первісних. Розв'язування таких завдань уможливило створення студентами правил-орієнтирів розв'язання рівнянь різних типів та ознайомлення майбутніх фахівців з процедурами через застосування певних програмних засобів, зокрема СКМ Maxima, Scilab та GRAN.

Наприклад, під час вивчення теми «Рівняння у повних диференціалах» для актуалізації знань про диференціал функції двох змінних студентам доцільно запропонувати наступне завдання. Враховуючи, що такі завдання передбачають повторення навчального матеріалу, студентам в інформаційній підтримці рекомендується посилання на паперові посібники, в яких цей матеріал розглядається більш докладно.

Завдання 2. Вкажіть диференціал функції $z = \cos x + \sin y$.

a) $dz = \cos x dx + \sin y dy$;

b) $dz = -\sin x dx + \cos y dy$;

c) $dz = (dx + dy) \cos x \sin y$;

d) $\partial z = -\sin x dx + \cos y dy$.

Інформаційна підтримка. Повторіть навчальний матеріал за підручниками [120; 258; 305]. Для обчислення диференціалу скористайтеся

формулою $dz = \frac{\partial z}{\partial x} dx + \frac{\partial z}{\partial y} dy$.

Виконання завдань третього рівня складності вимагають від студентів застосування набутих умінь для розв'язування типових завдань. Їхнє розв'язування забезпечує з'ясування студентами певних процедур, що реалізовані у комп'ютерних тренажерах.

Наприклад, під час вивчення теми «Однорідні диференціальні рівняння» студентам пояснюється приклад розв'язування рівняння певного типу та одночасно складається відповідна процедура.

Завдання 3. Знайдіть загальний розв'язок рівняння $xy' = x \sin \frac{y}{x} + y$.

Складіть процедуру розв'язування однорідних диференціальних рівнянь.

Крок I. Запишемо рівняння у вигляді $y' = f(y/x)$, для цього розділимо ліву та праву частину на x .

Під час здійснення цього кроку студентам пояснюється, що таким чином права частина рівняння зводиться до однорідної функції. Крім того одноразово звертається увага, що зазвичай, висновок про однорідність функції відбувається із кроком II (пересвідчимося, що функція у правій частині рівняння – однорідна, для цього підставимо λx , λy замість x та y). Але, враховуючи, що на аудиторне опанування вищевказаної теми відводиться 2+2 години, викладач вказує, що немає можливості кожного разу затримуватись на цьому кроці, але необхідно враховувати його присутність під час розробки процедури.

Таким чином, відбувається перехід до кроку III.

Крок III. Виконаємо заміну $\frac{y}{x} = u$, $y = ux$, $y' = u'x + u$.

Крок IV. Отримаємо рівняння відносно функції $u(x)$. Визначаємо його тип та обираємо для нього певну процедуру.

Крок V. Замінюємо $u = \frac{y}{x}$ та отримаємо загальний розв'язок рівняння.

У процесі пояснення кроків розв'язування рівняння викладач із студентами складає процедуру певних дій студента, в основі якої покладено блок-схему (рис. 2.2). Пропонуємо студентам використання зв'язаних між собою послідовних блоків (зовнішній вигляд кожного з блоків не відрізняється від загальноновідомих), в яких містяться навчальні повідомлення про операції, що забезпечують операційну основу дій студента під час усвідомлення кожної з процедур розв'язування ДР. Такі процедури розроблено до всіх тем, у процесі опанування яких майбутні бакалаври знайомляться з певними типами ДР та їхніх систем. Працюючи під час аудиторного практичного навчання та самостійної роботи над іншими систематизованими завданнями, майбутній

фахівець з ІТ має можливість звертатись до будь-якої з блок-схем. На основі блок-схем розроблено тренажери, що можуть забезпечити тренування студента під час підготовки до самостійної або контрольної роботи.

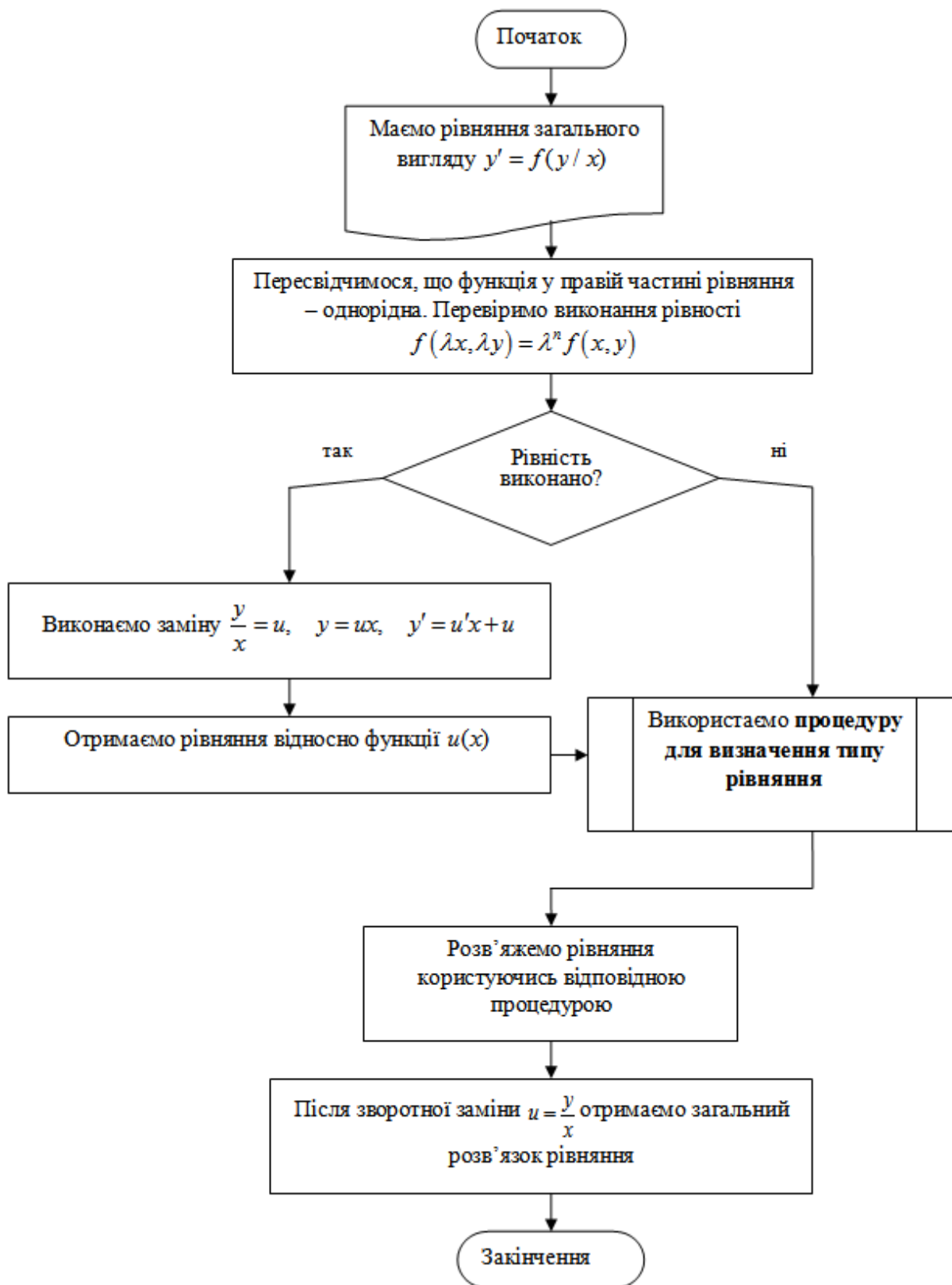


Рис. 2.2. Процедура розв'язування однорідного рівняння

Виконання завдань четвертого рівня складності сприяє систематизації й узагальненню знань студентів у системі міжпредметних зв'язків (основних законів фізики, хімії, економіки тощо) та формуванню вміння математичного моделювання певних процесів. Це практичні завдання, організація розв'язування яких передбачає залучення динамічних моделей. Наприклад, під час вивчення теми «Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними» з метою розвитку вміння математичного моделювання пропонуємо студентам наступне завдання.

Завдання 4. Швидкість розпаду радію у кожен момент часу прямо пропорційна наявній його масі. Визначити, який відсоток маси m_0 радію розпадеться через 200 років, якщо відомо, що період напіврозпаду радію (період часу, після закінчення якого розпадається половина наявної маси радію) дорівнює 1590 років.

Під час пояснення викладач демонструє розв'язання завдання через розгляд динамічної моделі процесу розпаду радію (рис. 2.3).

Зміни у зображеннях супроводжуються наступними поясненнями викладача. Швидкість розпаду радію вимірюється його кількістю, що розпалася в одиницю часу. За малий проміжок часу Δt , що минув з якогось моменту часу t , кількість радію, що розпався, дорівнює $km\Delta t$, де m – кількість радію у даний момент, k – коефіцієнт пропорційності. Така ж сама маса, узята зі знаком «–» (маса зменшується), дорівнює прирощенню маси за час Δt :

$$\Delta m = -km\Delta t. \quad (2.1)$$

Ділимо обидві частини отриманої рівності (2.1) на Δt та переходимо до границі при $\Delta t \rightarrow 0$. Тоді:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{dm}{dt} = -km. \quad (2.2)$$

Таким чином, отримали рівняння $\frac{dm}{dt} = -km$.

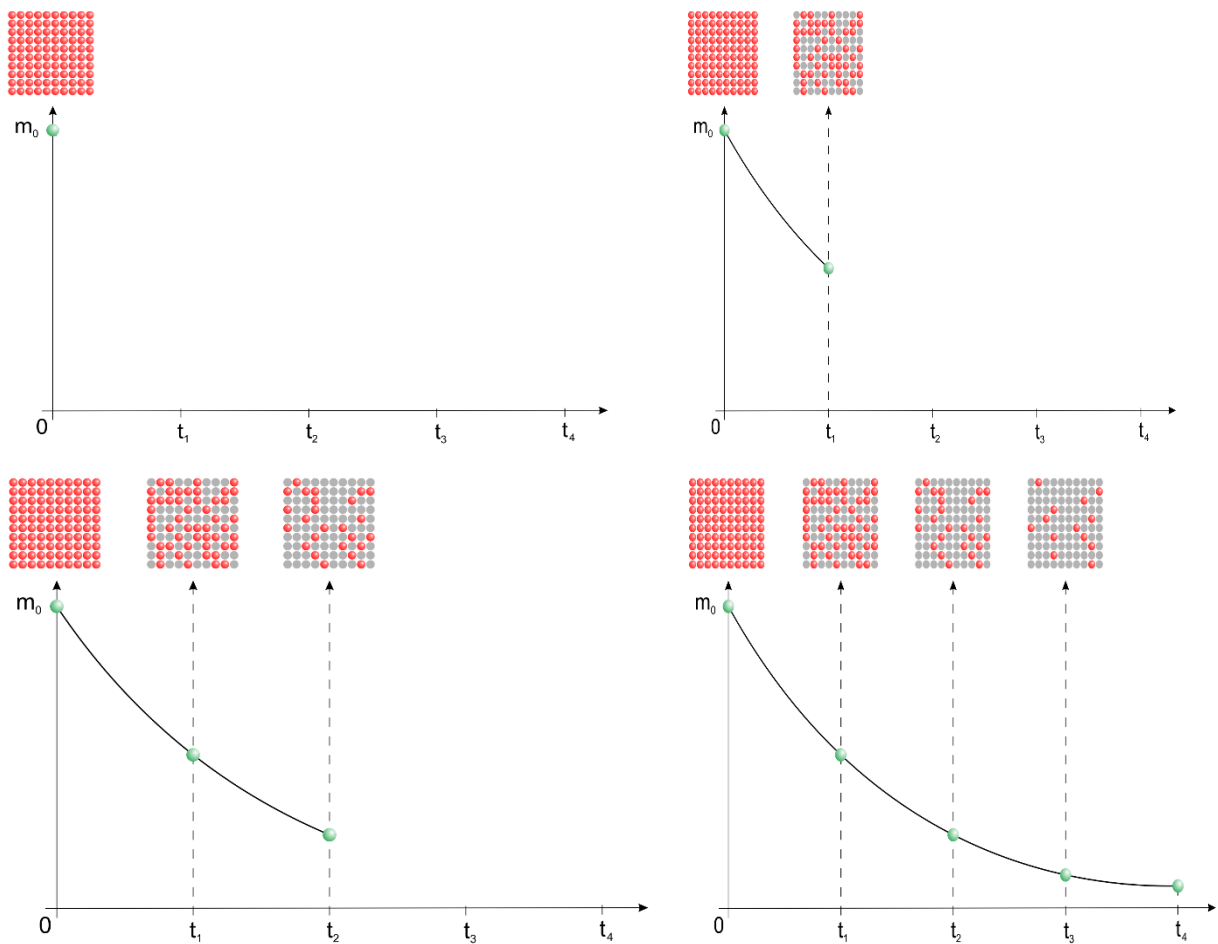


Рис. 2.3. Зображення послідовного подання слайдів під час презентації моделі розпаду радію

Залучення різних видів чуттєвої перцепції студентів та динаміка елементів уможливають усвідомлення майбутніми бакалаврами фізичної постановки задачі та створення математичної моделі. Враховуючи це, розроблено динамічні моделі до процесів: розпаду радію, електричного ланцюга, приросту населення, теплообміну, розкладання речовини, падіння тіла, охолодження, отримання розчину, гармонійного коливання, траєкторії руху тіла, кинутого під кутом до горизонту, криволінійного руху, маятника, витікання рідини з судини.

До завдань п'ятого рівня складності віднесено професійно орієнтовані завдання, розв'язування яких забезпечує імітацію майбутньої професійної діяльності студентів. Організація навчально-професійної діяльності майбутніх бакалаврів з КН забезпечується через залучення кейсів. Робота з кейсами потребує від студентів застосування вміння програмування під час реалізації

алгоритмів наближеного розв'язування ДР та їхніх систем та залученням СКМ й онлайн-калькуляторів типу Wolfram|Alfa або Math24.biz.

Наприклад, по закінченню навчання теми «Диференціальні рівняння першого порядку» майбутнім фахівцям пропонується завдання-кейс.

Завдання 5. Вважаючи, що швидкість приросту населення прямо пропорційна кількості населення, знайдіть залежність між кількістю населення A та часом t , якщо відомо, що в деякий момент, який приймаємо за початковий, кількість населення дорівнювала A_0 , а через рік вона збільшилася на $a\%$. Обчисліть передбачувану на цій основі кількість населення вказаного міста на 1 січня 2020 року, попередньо розрахувавши на основі наданих статистичних даних середній приріст населення за попередні роки.

Кейс має у своєму складі: завдання, що передбачає сформульовану задачу для побудови математичної моделі; інструкцію про порядок виконання завдання; динамічну модель, статистичні данні про кількість населення вказаного міста регіону за останні 5 років; формули для розрахунку приросту населення; формули для розрахунку чисельності населення через рік; посилання на СКМ й онлайн калькулятори MathForYou.net та Math24.biz; питання для обговорення.

Організація навчально-професійної діяльності студентів із залученням комп'ютерно-орієнтованого супроводу уможлиблює їхнє ознайомлення з уміннями, що є необхідними для майбутньої професійної діяльності фахівця з ІТ. Опанування кожної теми майбутніми фахівцями закінчуються роботою з вищевказаними кейсами.

Систематизовані завдання, що забезпечують доповнення змісту навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН, розміщено у розробленому навчально-методичному посібнику [90] (додаток В), робота з яким буде показана під час опису методичних рекомендацій комп'ютерно-орієнтованого практичного навчання ДР студентів у п. 2.2.2.

Крім того, навчальний контент комп'ютерно-орієнтованого курсу диференціальних рівнянь розміщено на навчальному сайті «Диференціальні

рівняння» [268]. Структуру сайту було обґрунтовано у п. 1.3 та представлено у вигляді (рис. 2.4). Усі модулі, що складають структуру сайту, взаємозв'язані один з одним. Кожен з засобів, що складають контент модулів, задовольняє вимогам, на які вказується у п.1.4, та сприяє забезпеченню зв'язку між компонентами комп'ютерно-орієнтованої методики, впровадження якої у процес навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН забезпечує його результативність.



Рис. 2.4. Структура сайту «Диференціальні рівняння»

Концепція розробленого сайту «Диференціальні рівняння» [268] може бути представлена схематично (рис. 2.5). Орієнтування на концептуальні положення, зазначені у схемі, забезпечують дотримання вимог, на які вказується у нормативно-правових документах України [218; 219; 220] про інформатизацію та розробку певних Інтернет ресурсів.

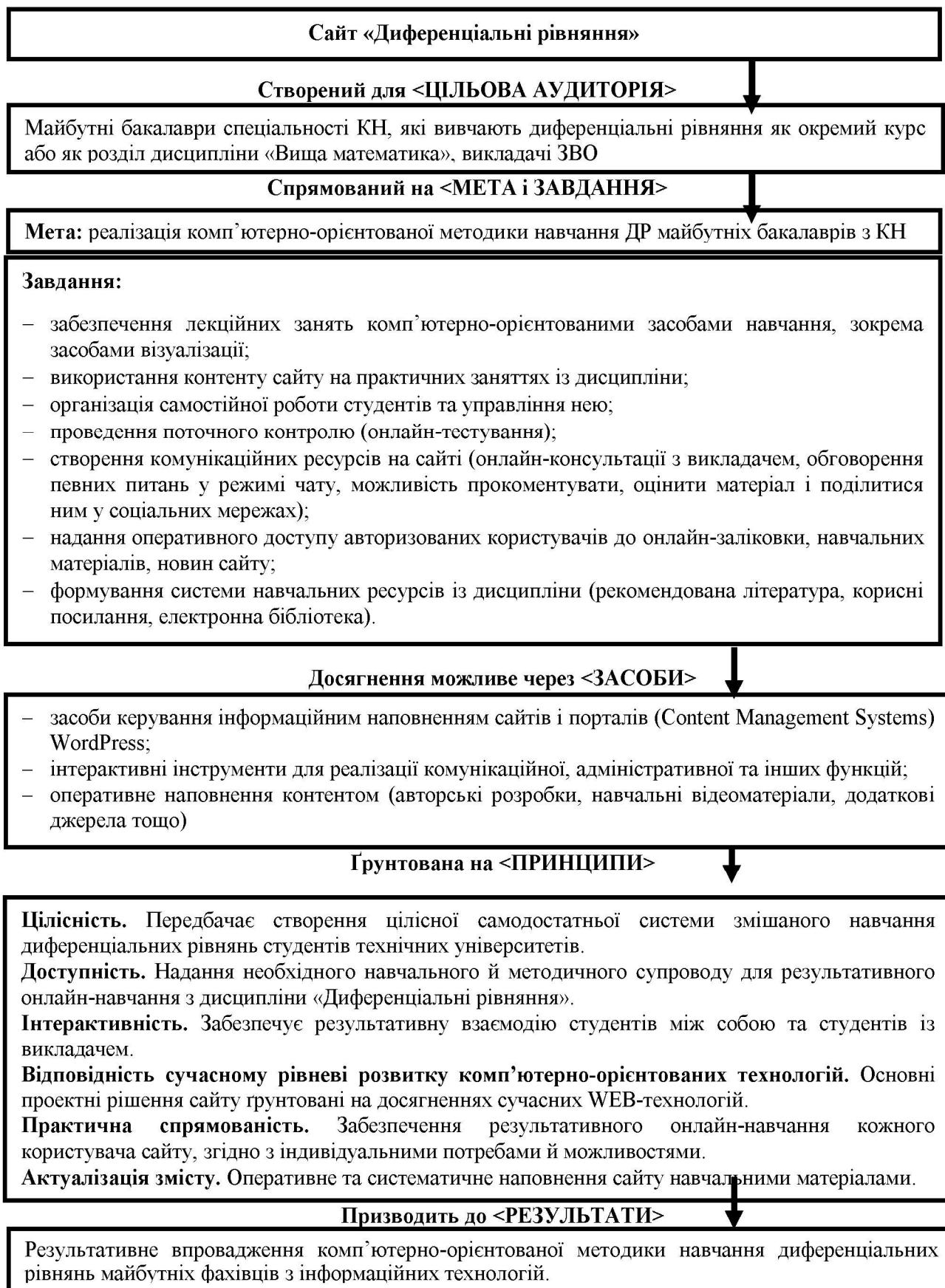


Рис. 2.5. Концепція сайту «Диференціальні рівняння»

Створення концепції спрямовано на забезпечення комп'ютерно-орієнтованого супроводу методів навчання майбутніх фахівців з ІТ та форм організації їхньої діяльності під час навчання ДР. Взаємодія методів і форм навчання через контент сайту забезпечує організацію аудиторних (теоретичних і практичних) занять та управління самостійною діяльністю (синхронне і асинхронне навчання) студентів (табл. 2.2).

Систематизація та узагальнення наведених вище міркувань уможлиблює їхнє застосування як основи комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій, що базується на наступних концептуальних положеннях.

Аналіз навчальних програм (з диференціальних рівнянь як окремої дисципліни і як розділу вищої математики), що використовуються у провідних технічних університетах, психолого-педагогічних засад і методичних передумов навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ підтвердив важливість використання особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного і системного підходів до опанування дисципліни.

1. Аналіз підручників з вищої математики та диференціальних рівнянь для студентів ЗВТО [76; 120; 121; 189; 203; 213; 258; 288; 305] щодо можливості доповнення їхнього змісту систематизованими завданнями, серед яких практичні і професійно орієнтовані, та забезпечення його комп'ютерно-орієнтованим супроводом дозволив виявити резерви для упровадження в навчальний процес комп'ютерно-орієнтованих технологій як діяльнісного фундаменту забезпечення формування в майбутніх бакалаврів з КН вмінь використання процедур розв'язування ДР, вмінь математичного моделювання та розвиток їхніх інформатичних компетентностей як основи професійної спрямованості навчання. Систематизація та структурування п'яти типів завдань за рівнями складності має сприяти перетворенню зовнішніх цілей майбутніх фахівців з ІТ у внутрішні під час організації аудиторної і самостійної навчально-професійної діяльності в процесі навчання ДР через залучення комп'ютерного супроводу для вивчення навчального матеріалу.

Таблиця 2.2

Технологія організації навчально-професійної діяльності студентів під час
навчання диференціальних рівнянь

Навчання		Методи навчання	Засоби навчання	Форми навчання
Аудиторне	Теоретичне	<ul style="list-style-type: none"> – дослідницький та пошуковий методи під час повторення матеріалу в процесі лекційних занять; – репродуктивний, пояснювально-ілюстративний, дослідницький та пошуковий методи під час пояснення нового матеріалу в процесі лекційних занять; – пояснювально-ілюстративний та пошуковий методи під час тестування 	<p>Контент сайту «Диференціальні рівняння» http://difur.in.ua/</p>	<ul style="list-style-type: none"> – колективна; – індивідуальна
	Практичне	<ul style="list-style-type: none"> – дослідницький та пошуковий методи під час повторення матеріалу в процесі практичних занять; – репродуктивний, пояснювально-ілюстративний, дослідницький та пошуковий методи під час пояснення нового матеріалу в процесі практичних занять; – пояснювально-ілюстративний та пошуковий методи під час тестування; – репродуктивний, пояснювально-ілюстративний, дослідницький та пошуковий методи під час розв'язування завдань 		<ul style="list-style-type: none"> – колективна; – групова; – індивідуальна
Самостійне	Синхронний режим	<ul style="list-style-type: none"> – дослідницький та пошуковий методи під час тестування та захисту індивідуальних завдань у процесі заняття; – репродуктивний, дослідницький та пошуковий методи під час роботи над індивідуальними завданнями (режим онлайн); – індивідуальне дослідницький та пошуковий методи під час опитування в процесі заняття та режиму онлайн 		<ul style="list-style-type: none"> – групова; – індивідуальна
	Асинхронний режим	<ul style="list-style-type: none"> – репродуктивний, пояснювально-ілюстративний, дослідницький та пошуковий методи під час виконання індивідуальних завдань – репродуктивний, пояснювально-ілюстративний та пошуковий методи в процесі опрацювання літератури; – репродуктивний, пояснювально-ілюстративний та пошуковий методи під час тестування; – репродуктивний, пояснювально-ілюстративний, пошуковий методи під час підготовки до лекційних та практичних занять; – дослідницький та пошуковий методи під час наукової діяльності 		індивідуальна

Організація навчально-професійної діяльності та її управління може здійснюватися через сайт [268], що складається із навчального, методичного, пізнавального і моніторингового модулів та на якому розміщено електронні версії паперових навчальних посібників, зокрема розроблений навчально-методичний посібник [90], посібники, що створені на основі гіпертекстових технологій, та комп'ютерно-орієнтовані засоби – процедури розв'язування ДР, тренажери для опанування певних процедур, тренувальні навчальні тести, динамічні моделі до практичних і професійно орієнтованих завдань. Через складники сайту уможливується зв'язок студентів із викладачем у синхронному й асинхронному режимах, з сервісами онлайн-калькуляторів, систем комп'ютерної математики, з програмними засобами візуалізації даних і результатів розв'язування завдань. Навчально-методичні рекомендації, що представлені на сайті, уможливають підготовку викладача і студента до аудиторних (теоретичних і практичних) і самостійних традиційних й інтерактивних занять.

Комп'ютерний супровід навчання диференціальних рівнянь є основою дотримання викладачем етапів формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій майбутніх бакалаврів з КН та результативності їхнього опанування ДР через забезпечення раціональної організації навчально-професійної діяльності студентів, залучення усіх видів їхньої чуттєвої перцепції, відкритості системи тренувальних вправ й індивідуалізації навчального процесу, побудови студентами власної траєкторії навчання та моделювання проблемних ситуацій під час їхнього ознайомлення із уміннями, що є необхідними для майбутньої професійної діяльності фахівця з ІТ, різнобічного подання смислу навчального матеріалу та комп'ютерного моделювання.

2. Комп'ютерний супровід навчання ДР допомагає викладачу залучати під час лекційних і практичних занять активні методи організації навчання. Комп'ютерно-орієнтовані методи навчання уможливають організацію самостійної навчально-професійної діяльності студентів та забезпечують здійсненню переходу студентів від залучення репродуктивного

або пояснювально-ілюстративного методів до евристичної бесіди або дослідницьких методів опанування дисципліни. Використання засобів комп'ютерних технологій при цьому забезпечує можливість модернізації методів навчальної діяльності, зокрема методів актуалізації знань, контролю навчально-пізнавальної діяльності, методів закріплення та застосування вивченого навчального матеріалу.

3. Складники сайту сприяють співпраці викладача зі студентами та студентів між собою під час аудиторної і самостійної навчально-професійної діяльності та уможливають переходи від фронтальної до групової й індивідуальної форм навчальної діяльності.

Оптимізацію фронтальної форми організації навчання забезпечує використання мультимедійної дошки та проектора. Їхнє застосування під час пояснювально-ілюстративного викладання матеріалу про типи ДР та їхніх систем і процедури їх розв'язування забезпечує покращення рівня сприйняття й усвідомлення навчального матеріалу. Такі прилади можуть супроводжувати застосування дослідницького методу під час аналізу студентами диференціальних моделей. До того ж застосування комп'ютерного супроводу навчання, як додаткового засобу візуалізації, інструменту полегшення обчислень та перевірки отриманих результатів, сприяє покращенню процесу аналізу фактів, їх порівняння й зіставлення. За такого підходу викладач має можливість враховувати індивідуальні особливості кожного студента, максимально залучаючи кожного до участі в навчально-професійній діяльності.

Групова форма організації навчальної діяльності студентів може супроводжуватися використанням ноутбука та персонального комп'ютера при роботі з навчальним модулем сайту [268]. Комп'ютерний супровід навчальних повідомлень має бути спрямованим для допомоги викладачеві у застосуванні частково-пошукового або дослідницького методів навчання, забезпечуючи раціональне використання навчального часу під час розробки процедур розв'язування ДР, налагодження співпраці студентів, активізацію міжособистісної комунікації, створення атмосфери для вільного висловлення

своїх думок, проведення аналізу різних підходів до створення диференціальних моделей та їх розв'язування.

Індивідуальна форма навчально-професійної діяльності майбутніх бакалаврів з КН передбачає залучення пізнавального й моніторингового модулів сайту [268]. Викладач, застосовуючи різні за рівнем складності завдання, має можливість організувати індивідуальну роботу студентів так, щоб, застосовуючи репродуктивний або частково-пошуковий методи навчання під час розробки та розв'язування диференціальних моделей, забезпечувати контрольоване (із зворотнім зв'язком) засвоєння нових знань, їх закріплення, формування усвідомлених розумових дій аналізу, систематизації й узагальнення навчального матеріалу.

Комп'ютерно-орієнтована методика навчання ДР забезпечує комп'ютерно-орієнтоване теоретичне і практичне навчання диференціальних рівнянь та управління самостійною діяльністю майбутніх фахівців з ІТ. Детальний аналіз реалізації методики наведено у п. 2.2 дослідження.

2.2. Реалізація комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук

У галузевому стандарті вищої освіти – освітній програмі підготовки фахівців з ІТ [231] вказується на доцільність розроблення й використання сучасних технологій для організації навчально-виховного процесу. Також відмічається, що обрані підходи мають базуватись на широкому використанні засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій. Такі технології і їхні засоби під час навчання ДР є потужним інструментом комплексного впливу на органи відчуттів майбутніх фахівців з ІТ, що інформаційно живлять їхню першу сигнальну систему і забезпечують багатоканальне сприймання навчальних повідомлень.

Забезпечення такого сприймання є важливим через значний обсяг навчального матеріалу, що має достатньо високий рівень абстракції, брак у

студентів досвіду застосування математичної символіки, нерозвиненість їхнього миследіяльнісного інструментарію, який є прерогативою другої сигнальної системи. Зазначені проблеми породжують певні складнощі у формуванні в майбутніх фахівців з ІТ здатностей до використання певних математичних методів у майбутній професійній діяльності, до застосування диференціальних моделей під час проектування й оцінювання ефективності технологічних, економічних, соціальних процесів. Подоланню майбутніми фахівцями таких складнощів має сприяти розроблена *комп'ютерно-орієнтована методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук*, впровадження якої у навчальний процес передбачає розробку методичних рекомендацій *комп'ютерно-орієнтованого теоретичного і практичного навчання та управління самостійною діяльністю майбутніх бакалаврів з КН*.

Розглянемо докладно створені методичні рекомендації.

2.2.1. Використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час лекційних занять з дисципліни

Теоретичне навчання диференціальних рівнянь є основою професійної підготовки всіх майбутніх фахівців, оскільки через нього студенти можуть отримати знання, необхідні як для практичного опанування дисципліни, так і для самостійної роботи над нею.

Традиційно теоретичне навчання у вищій школі організовано у вигляді лекцій, під час яких викладачем найчастіше організовується колективна діяльність студентів, яким презентується значний обсяг навчального матеріалу. За такого підходу лекція не забезпечує врахування викладачем індивідуальних особливостей кожного студента, отримання зворотнього зв'язку від студентів, оцінювання ступеню їхньої готовності до сприйняття нового матеріалу. Саме сприйняття студентів, які вже звикли до значної візуальної і аудіальної підтримки їхнього життя, може забезпечити розвиток комп'ютерно-орієнтованих технологій. Ці ж технології можуть допомогти нівелювати проблеми, котрі виникають під час навчання через обмежену кількість часу, що не дозволяє викладачеві надавати значних пояснень як під час розробки диференціальних моделей, так і під час складних розрахунків у процесі розв'язування ДР.

Комп'ютерно-орієнтоване теоретичне навчання ДР уможлиблює організацію індивідуальної навчальної діяльності майбутніх бакалаврів з КН із залученням пристроїв подання цифрової інформації, наприклад планшетів і смартфонів. Комп'ютерно-орієнтований супровід організації колективної роботи студентів, що передбачає використання мультимедійних пристроїв (мультимедійна дошка або екран і мультимедійний проектор) через багатоканальне сприймання сприяють засвоєнню нових знань, їхньому закріпленню в студентів, формуванню в них усвідомлених розумових дій.

Крім того, комп'ютерно-орієнтований супровід, що розміщено на сайті [268], має допомогти викладачеві забезпечити етапи формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій майбутніх фахівців з ІТ у процесі теоретичного вивчення ДР (табл. 2.3.).

Таблиця 2.3

Характеристика етапів формування дій під час комп'ютерно-орієнтованого теоретичного навчання

Назва етапу формування дії	Засоби формування дії		
	У зміст лекцій включено	Методи і форми навчання	Комп'ютерно-орієнтовані засоби
1	2	3	4
Формування матеріалізованих дій під час пояснення типів та процедур розв'язування ДР і їхніх систем	Тестові завдання на розпізнавання типів ДР, визначення їхнього порядку, відтворення найпростіших математичних дій, процедур розв'язування ДР та їхніх систем; завдання для ознайомлення з програмними засобами візуалізації та інтерпретації результатів розрахунків	Репродуктивний, пояснювально-ілюстративний методи під час колективної роботи	Мультимедійні презентації процедур розв'язування ДР та їхніх систем, програмні засоби (СКМ, ППЗ) візуалізації для інтерпретації результатів розрахунків

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Формування мовленнєвих дій під час обговорення та аналізу диференціальних моделей	Завдання на відтворення певних процедур розв'язування ДР; практичні завдання на систематизацію й узагальнення знань у системі міжпредметних зв'язків, формування вміння математичного моделювання певних процесів	Репродуктивний, пояснювально-ілюстративний та пошуковий методи під час колективної роботи, пояснювально-ілюстративний під час індивідуальної роботи	Тестові онлайн завдання для обговорення певних дій розв'язування ДР та їхніх систем; мультимедійні презентації для обговорення динамічних моделей, програмних засобів для комп'ютерного моделювання, онлайн-калькуляторів для здійснення перевірки розрахунків
Формування розумових дій	Професійно орієнтовані завдання на імітацію майбутньої професійної діяльності студентів	Дослідницький та пошуковий методи під час колективної та індивідуальної роботи	Мультимедійні презентації динамічних моделей, програмні засоби для аналізу диференціальних моделей, комп'ютерного моделювання, онлайн-калькулятори для здійснення перевірки розрахунків

Під час навчання студенти мають ознайомитись із загальним виглядом диференціальних рівнянь вищих порядків (ДРВП); задачею Коші для ДРВП та формулюванням теореми про існування та єдиність розв'язку задачі Коші; видами рівнянь, що допускають зниження порядку; визначенням лінійного ДР та диференціального оператора; властивостями розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння (ЛОДР); структурою загального розв'язку ЛОДР, формулою Остроградського-Ліувілля; знаходженням загального розв'язку ЛОДР другого порядку та процедурою побудови загального розв'язку ЛОДР n -го зі сталими коефіцієнтами; структурою загального розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння

(ЛНДР); методом варіації довільних сталих для ЛНДР другого порядку та процедурою знаходження частинного розв'язку ЛНДР другого порядку зі сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною. Крім того, майбутні бакалаври з КН мають познайомитись з основами побудови, розв'язування та аналізу диференціальних моделей випадкових процесів на основі вищевказаних типів ДР, застосуванням програмних засобів для аналізу отриманих результатів, використанням онлайн-калькуляторів для їхньої перевірки.

Для того, щоб вищевказані цілі стали внутрішніми для студента, наприклад, на початку лекції № 6 «Диференціальні рівняння вищих порядків. Постановка задачі Коші. Теорема про достатні умови існування та єдиності розв'язку задачі Коші. Загальний та частинний розв'язки диференціальних рівнянь вищих порядків», може бути запропоноване індивідуальне комп'ютерне тестування, що розміщено на сайті «Диференціальні рівняння» [268] (із сайтом студенти знайомляться під час першої лекції, колективна робота з тестовими завданнями з залученням мультимедійної дошки відбувається під час другої лекції, індивідуальна робота організовується під час третьої лекції). Застосовуючи смартфони або планшети, студенти мають виконати тестові завдання впродовж 5 – 7 хвилин. Наведемо приклади таких завдань.

Завдання 6. Серед наведених тверджень оберіть правильні.

a) Диференціальне рівняння другого порядку містить квадрат похідної шуканої функції.

b) Загальний розв'язок диференціального рівняння третього порядку має три сталі інтегрування.

c) Диференціальне рівняння другого порядку є функцією змінної, шуканої функції та її першої та другої похідних.

d) Частинний розв'язок диференціального рівняння третього порядку – це функція, що частково задовольняє умови рівняння.

Гіперактивність (забезпечення переходу до теоретичних положень, що розглядаються в питаннях) запропонованої до завдання інформаційної підтримки допомагає студентам знайти правильну відповідь і звірити її із своєю.

Завдання 7. Для кожного з рівнянь а) – д) вкажіть відповідний тип: 1) рівняння, що може розв'язуватись відносно похідної; 2) рівняння, що не містить незалежної змінної; 3) рівняння, що не містить шукану функцію. Відповіді занесіть у таблицю.

Інформаційна підтримка до завдання підказує студентам, що для з'ясування типу рівняння необхідно проаналізувати його складники, дотримуючись міркувань: чи є у складі рівняння шукана функція; чи є у складі рівняння незалежна змінна; чи можна виразити похідну через інші члени рівняння.

a) $yy'' = 1 + y'^2$,

b) $y''' = \cos^2 x$,

c) $xy'' = y' \ln\left(\frac{y'}{x}\right)$,

d) $y'''(x-1) - y'' = 0$.

	1	2	3
a			
b			
c			
d			

Тестові завдання вважаються виконаними, якщо студенти знайшли правильні відповіді на всі запропоновані питання. Діяльність студентів під час виконання тестових завдань на лекції не оцінюється. Після аналізу тестових завдань і постановки цілей заняття, з якими студенти мають можливість ознайомитись самостійно напередодні лекції за допомогою сайту [268] (організація самостійної роботи студентів буде показана у п. 2.2.3), викладач має перейти до подання навчального матеріалу.

У навчальному модулі рекомендованого сайту міститься 14 лекцій (вкладка «Студентам → Лекції» (рис. 2.6)), що відповідають навчальній програмі дисципліни [268] та можуть бути використані студентами для попереднього ознайомлення з навчальним матеріалом, його повторення або самостійного опрацювання у разі відсутності під час лекції.

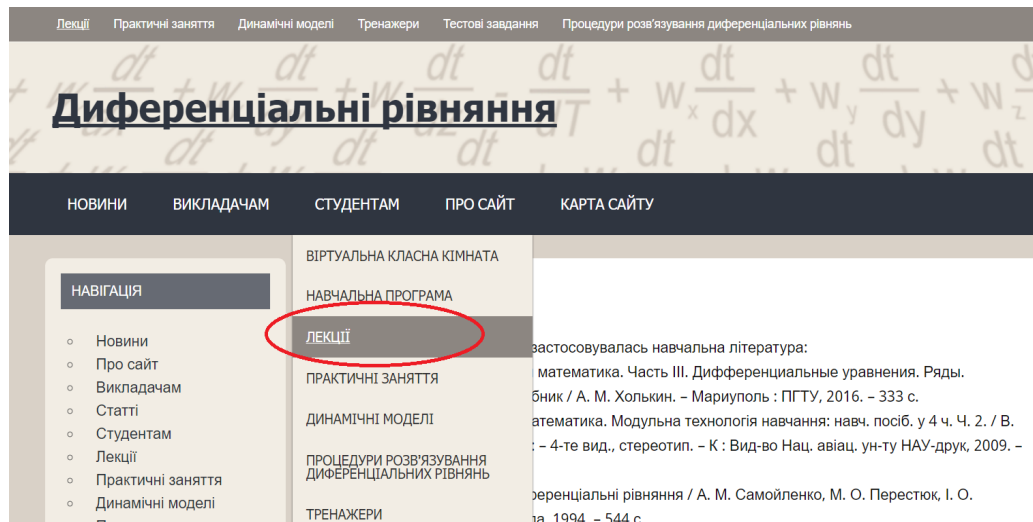


Рис. 2.6. Зображення фрагменту сторінки сайту «Диференціальні рівняння»: перехід до матеріалів лекцій

Вважаємо, що під час аудиторного теоретичного навчання не слід зловживати застосуванням комп'ютерно-орієнтованих засобів. З нормативних вимог [218], нашого досвіду [271] і досвіду науковців К. В. Власенко [95], Д. Є. Губар [113], О. А. Комар [166], використання локальних цифрових пристроїв подання навчальних повідомлень не має перевищувати 20-25 % аудиторного часу. Враховуючи це, рекомендуємо застосовувати розроблені комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання, що розміщено у навчальному модулі сайту, під час якогось одного з етапів формування дій (матеріалізованих, мовленнєвих та розумових) студентів, кмітливості, усвідомленості і засвоєності яких забезпечує результативність теоретичного навчання ДР.

У процесі організації колективної діяльності майбутніх фахівців з ІТ під час лекцій пропонуємо використовувати мультимедійну дошку або екран з мультимедійним проектором. Їх залучення сприятиме організації роботи студентів з онлайн-калькуляторами для здійснення швидкого розрахунку й отримання результату, з програмними засобами візуалізації та аналізу результатів (СКМ, ППЗ), з презентаціями тестових завдань, процедур розв'язування типових ДР, динамічних моделей для опанування математичного моделювання.

Покажемо використання таких рекомендацій упродовж декількох лекційних занять вищевказаної теми.

Нераціональну кількість часу на лекції, під час якої демонструється розв'язування ДР, займає інтегрування, наприклад тоді, коли потрібно інтегрувати декілька разів поспіль, як у випадку із ДР n -го порядку, що може розв'язуватись відносно похідної (лекція 6 [268]). З метою економії часу пропонуємо комбінувати аналітичне розв'язування ДР із застосуванням різних онлайн-калькуляторів, наприклад онлайн ресурсу Wolfram|Alfa.

Завдання 8. Знайдіть загальний розв'язок рівняння $y'' = x^2 + \cos x$.

Перше інтегрування викладач може зробити, описуючи його на дошці. У разі необхідності (обсяг матеріалу лекції є достатньо значним), на прикладі ДР викладач пояснює порядок його розв'язування та демонструє використання онлайн ресурсу Wolfram|Alfa для двократного інтегрування правої частини рівняння. Результат інтегрування наведено на рисунках 2.7-2.8.



Рис. 2.7. Зображення вікна онлайн ресурсу Wolfram|Alfa: перше інтегрування правої частини рівняння

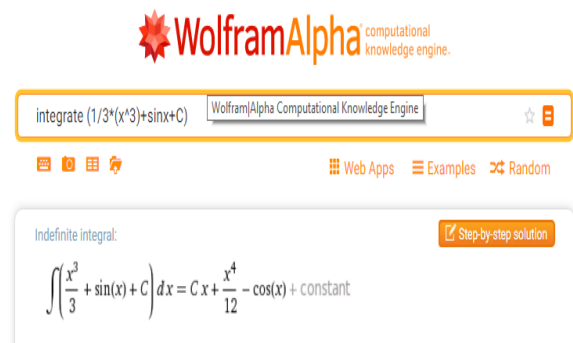


Рис. 2.8. Зображення вікна онлайн ресурсу Wolfram|Alfa: друге інтегрування правої частини рівняння

Під час лекції 8 за темою «Побудова загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння n -го порядку» викладач має навчити студентів будувати загальний розв'язок певного типу лінійного однорідного диференціального рівняння. Це вміння є одним з базових в зазначеній темі та має використовуватись студентами під час опанування спеціальних дисциплін («Чисельні методи», «Моделювання випадкових процесів», «Моделювання складних систем»). Пропонуємо розпочати пояснення навчального матеріалу з презентації та аналізу процедури розв'язування лінійного однорідного ДР

другого порядку зі сталими коефіцієнтами (рис. 2.9), елементи якої поступово з'являються на екрані.

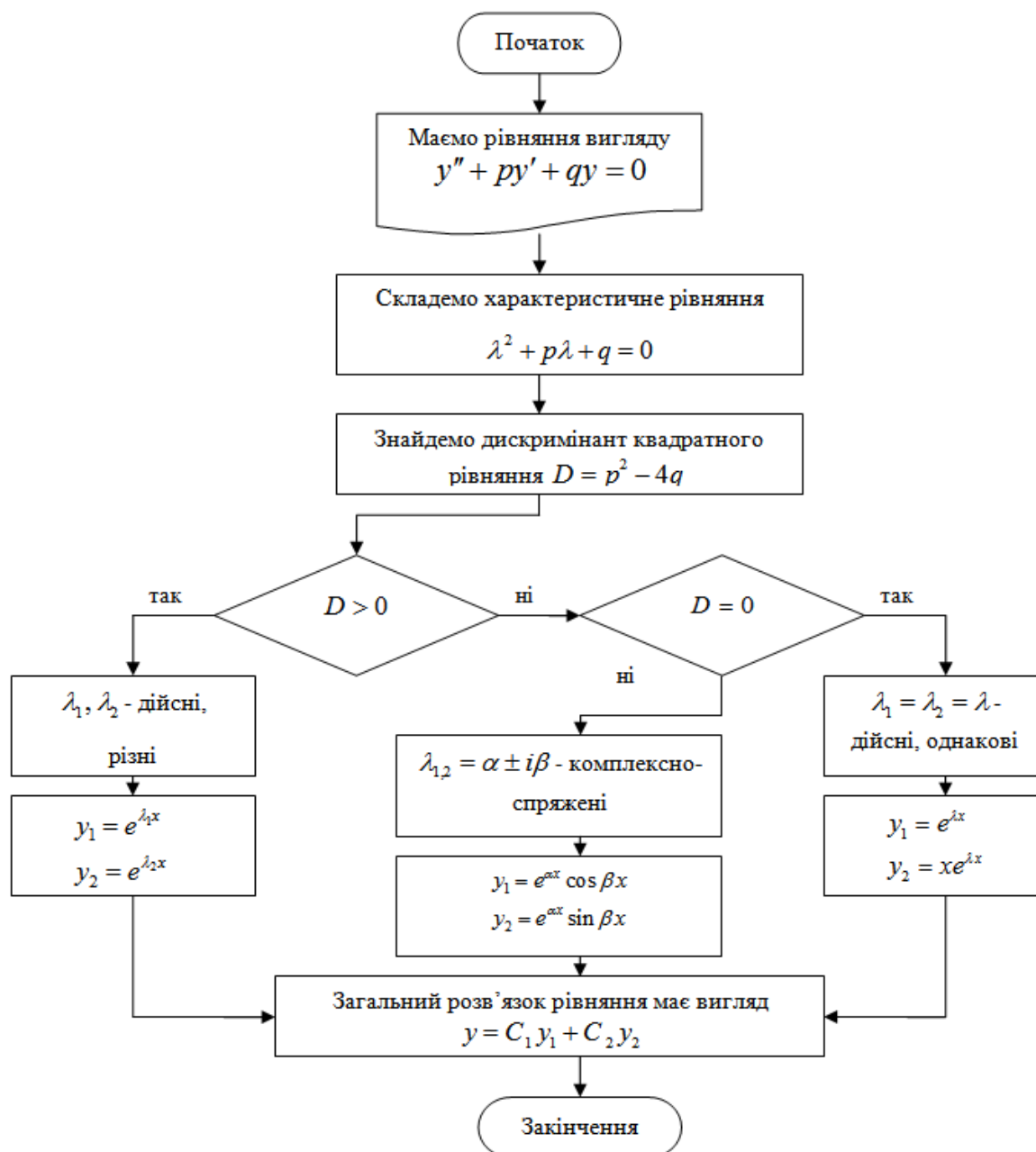


Рис. 2.9. Процедура розв'язування лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами

Презентація процедури може супроводжувати евристичну бесіду, що пропонується студентам під час надання процедури розв'язування рівняння типу

$$y'' + py' + qy = 0, \quad (2.3)$$

де p, q – дійсні сталі.

Запитання викладача	Можливі коментарі студентів
Якого вигляду маємо рівняння?	Маємо ДР $y'' + py' + qy = 0$, де p, q – дійсні сталі
Чому таке рівняння (2.3) вважається однорідним?	Його права частина дорівнює 0.
У якому вигляді будемо шукати його розв'язок?	Будемо шукати розв'язок цього рівняння у вигляді $y = e^{\lambda x}$
Тоді чому дорівнює y', y'' для такого вигляду розв'язку?	Тоді $y' = \lambda e^{\lambda x}$, $y'' = \lambda^2 e^{\lambda x}$
Що маємо зробити, щоб показати, що $y = e^{\lambda x}$ дійсно є розв'язком рівняння (2.3)?	Підставимо функцію та її похідні у рівняння (2.3) $\lambda^2 e^{\lambda x} + p \cdot \lambda e^{\lambda x} + q e^{\lambda x} = 0,$ $e^{\lambda x} (\lambda^2 + p\lambda + q) = 0.$
$e^{\lambda x} \neq 0$ при всіх $x \in R$. Щоб функція $y = e^{\lambda x}$ була розв'язком рівняння (2.3), для якого рівняння λ має стати коренем рівняння?	λ має стати коренем рівняння $\lambda^2 + p\lambda + q = 0 \quad (2.4)$
Рівняння (2.4) називається характеристичним. Як його можна отримати з диференціального рівняння (2.3)?	Його отримуємо з диференціального рівняння (2.3) шляхом заміни в ньому похідних шуканої функції відповідними ступенями λ
Яке рівняння із шкільного курсу вам нагадує характеристичне рівняння?	Характеристичне рівняння має вигляд квадратного
З чого починається розв'язування квадратного рівняння?	Розв'язування квадратного рівняння починається із обчислення дискримінанту D
Якщо $D > 0$?	То корені характеристичного рівняння дійсні та різні: $\lambda_1 \neq \lambda_2$.
Якщо $D = 0$?	То корені характеристичного рівняння дійсні та рівні: $\lambda_1 = \lambda_2$.
Якщо $D < 0$?	То корені характеристичного рівняння комплексно-спряжені: $\lambda_1 = \alpha + \beta \cdot i$, $\lambda_2 = \alpha - \beta \cdot i$

Взагалі, презентації – є одним із найпоширеніших засобів, що використовують під час проведення лекційних занять. Найчастіше комп'ютерні

презентації створені за допомогою офісних програм MS PowerPoint або безкоштовної Impress, що входить до складу офісного пакету Libre Office. Крім того, викладач може використовувати професійну програму ProShow Producer або хмарний ресурс Google Презентації. Усі ці програми дозволяють додавати до слайдів презентації формули, графічні об'єкти, ілюстрації, відео-фрагменти, застосовувати елементи анімації, звуковий супровід, додавати фрагменти програм. Причиною того, що презентації набули такого поширення останнім часом є те, що така подача навчального матеріалу дозволяє застосовувати всі механізми сприйняття інформації. При вивченні ДР презентації можуть бути використані для представлення динамічних моделей під час навчання математичного моделювання студентів. Зазвичай, зображення моделей супроводжується поданням формул, що лежать в основі фізичних, економічних, статистичних процесів, для яких майбутній фахівець з ІТ має навчитись розробляти математичні моделі.

Дотримуючись міркувань Д. Є. Губар [113], яка дослідила залежність між запам'ятовуванням інформації і місцем її розташування на слайді, розташовуємо навчальні повідомлення, враховуючи: найкраще (33%) запам'ятовується інформація, розташована у верхньому правому квадранті; наступний рівень запам'ятовування (28%) відповідає верхньому лівому квадранту; після (23%) – нижньому правому і останній (16%) – нижньому лівому квадранту.

Розглянемо застосування презентації для організації пояснення розв'язування завдання під час лекції 9 за темою «Розв'язування лінійного неоднорідного диференціального рівняння n -го порядку».

Після пояснення структури загального розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння та методу Лагранжа варіації довільних сталих викладач має навести декілька прикладів розв'язування певних типів ДР, супроводжуючи деякі з громіздких розв'язань використанням онлайн калькулятора MathForYou.net. Розв'язування останнього завдання, що може

проілюструвати один з поширеніших фізичних процесів, передбачає розробку математичної моделі у вигляді лінійного неоднорідного ДР 2-го порядку.

Завдання 9. Камінь кинутий під кутом α до горизонту, рухається у середовищі, опір якої є пропорційним до швидкості v . Визначте траєкторію руху каменю.

Для побудови математичної моделі пропонуємо студентам розглянути динамічну модель траєкторії руху тіла, кинутого під кутом до горизонту. Під час подання комп'ютерних слайдів, що презентуються із залучення анімаційного ефекту (рис. 2.10), студенти знайомляться з детальним аналізом досліджуваного процесу та розробкою математичної моделі. Слайди презентації (додаток Д) супроводжуються стислими поясненнями викладача. У цей час, він сам нічого не пише, щоб не відволікати увагу студентів від зображень, що рухаючись складаються у формули математичної моделі, забезпечуючи формалізацію завдання.

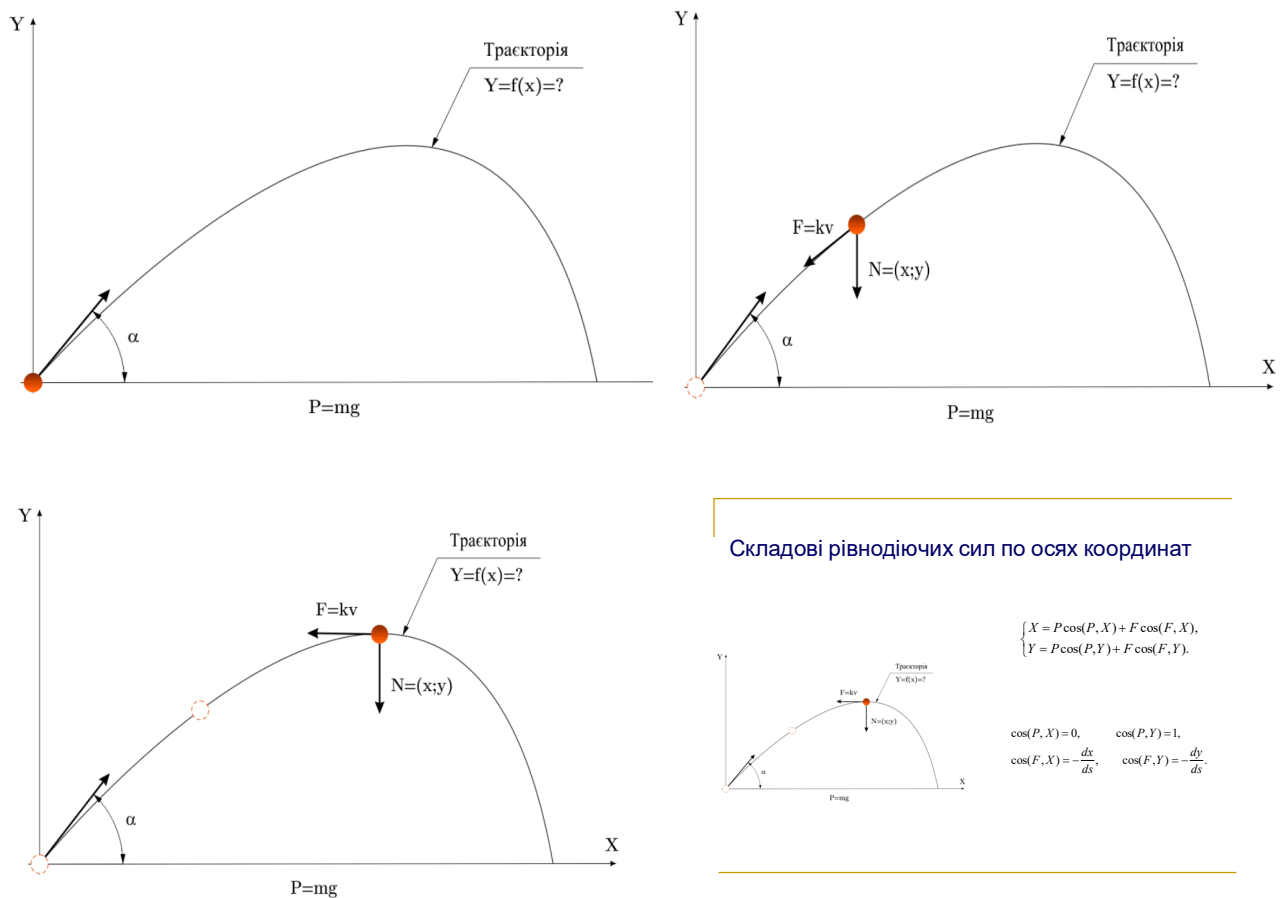


Рис. 2.10. Зображення слайдів презентації до задачі про рух тіла, кинутого під кутом до горизонту»

Аналізуючи складові розглянутих сил за осями координат, що відображаються за допомогою анімаційного ефекту презентації, і використовуючи визначення швидкості як похідної відстані за часом та другий закон динаміки, викладач записує диференціальні рівняння руху:

$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m} \frac{dx}{dt} = 0, \\ \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{k}{m} \frac{dy}{dt} = -g. \end{cases} \quad (2.5)$$

Після розв'язування першого рівняння системи (2.5) як лінійного однорідного, а другого як лінійного неоднорідного рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами, отримаємо загальні розв'язки:

$$\begin{cases} x = C_1 + C_2 e^{-\frac{k}{m}t}, \\ y = C_3 + C_4 e^{-\frac{k}{m}t} - \frac{gm}{k}t. \end{cases} \quad (2.6)$$

Для отримання частинного розв'язку використаємо початкові умови:

при $t = 0$, $x = 0$, $y = 0$, $\frac{dx}{dt} = v_0 \cos \alpha$, $\frac{dy}{dt} = v_0 \sin \alpha$ і матимемо частинні розв'язки у вигляді:

$$\begin{cases} x = \frac{m}{k} v_0 \cos \alpha \left(1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right) = a \left(1 - e^{-\frac{g}{c}t} \right), \\ y = \frac{m}{k^2} (gm + kv_0 \sin \alpha) \left(1 - e^{-\frac{g}{c}t} \right) - \frac{gm}{k}t = b \left(1 - e^{-\frac{g}{c}t} \right) - cy, \end{cases} \quad (2.7)$$

де $a = \frac{m}{k} v_0 \cos \alpha$, $b = \frac{m}{k^2} (gm + kv_0 \sin \alpha)$, $c = \frac{gm}{k}$.

Відокремивши час t після перетворень матимемо траєкторію руху каменю, що описується кривою

$$ay - bx = \frac{ac^2}{g} \ln \frac{a-x}{a}.$$

Отже, застосування динамічної моделі за допомогою комп'ютерної презентації дозволяє відтворити модель реального процесу, розглянути

розташування досліджуваного об'єкту в конкретний проміжок часу, дослідити динаміку сил, що діють на об'єкт та описати їх мовою диференціальних рівнянь.

Для усвідомлення результату, отриманого в процесі розв'язування диференціальні моделі, на лекції доцільно використовувати програмні засоби, що уможливають візуалізацію та сприйняття інтегральних кривих. Наприклад, під час пояснення отримання частинного розв'язку лінійного диференціального рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною вигляду $f(x) = P_n(x)e^{\alpha x}$, $f(x) = M \cos \beta x + N \sin \beta x$ (лекція 10), пропонуємо використовувати програмний засіб GRAN 1 для ілюстрації процесів, пов'язаних зі зміною швидкості приросту, розпаду, нагрівання, що можуть бути описані так званими функціями спеціального вигляду та «резонансними функціями», які зустрічаються в інженерних розрахунках під дослідження змінного струму і напруги, переміщення, швидкості і прискорення кривошипно-шатунних механізмів і акустичних хвиль, тощо (рис. 2.11-2.12).

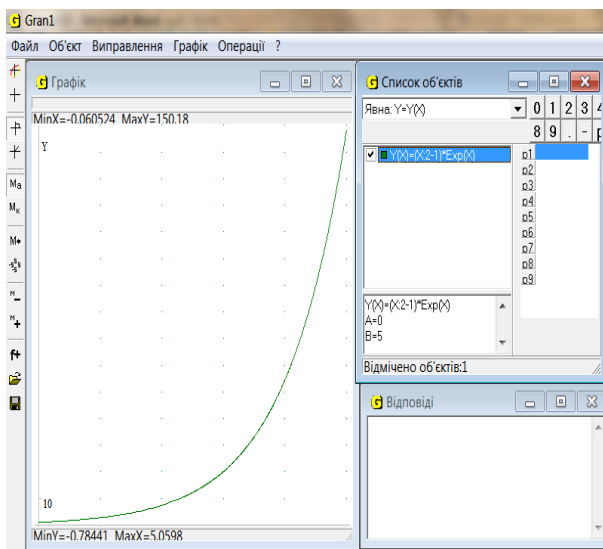


Рис.2.11. Приклад зображення функції $P_n(x)e^{\alpha x}$ за допомогою програмного засобу GRAN 1

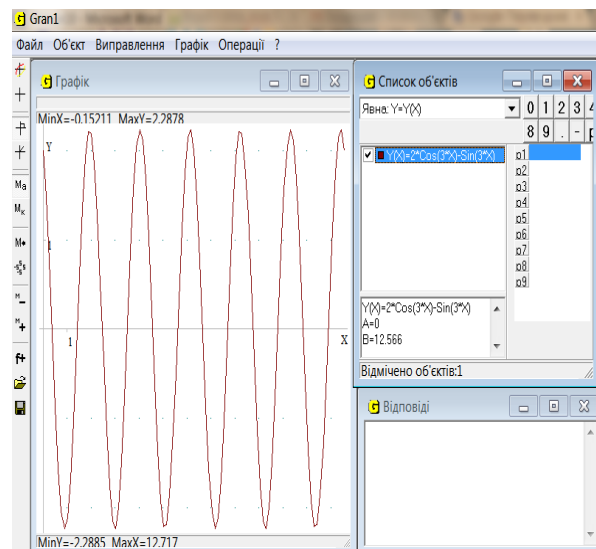


Рис.2.12. Приклад зображення функції $M \cos \beta x + N \sin \beta x$ за допомогою програмного засобу GRAN 1

Використання засобів візуалізації дозволяє студентам краще уявити сутність процесів, що досліджуються, полегшує процес усвідомлення смислу функцій правої частини ДР, що найчастіше взагалі студентами під час пояснення не сприймаються як такі, що можуть відображати реальні процеси.

Отже, застосування комп'ютерно-орієнтованого супроводу під час теоретичного навчання ДР має бути системним, але мати обмеження. Під час підготовки до лекції викладач має можливість спланувати залучення комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання серед складників навчального модуля розробленого сайту [268] в процесі якогось одного з етапів формування дій (матеріалізованих, мовленнєвих, розумових), що забезпечують опанування студентами ДР. За такого підходу є можливість враховувати індивідуальні особливості студентів, формуючи їхні інформативні компетентності, надавати навчально-професійній діяльності під час навчання ДР дослідницького характеру, сприяти підвищенню якості підготовки студентів через залучення професійної мови та засобів, що супроводжують працю майбутніх фахівців з ІТ. Ці висновки підтверджуються результатами експериментального дослідження, що наведено у пункті 2.3 дисертації.

Під час практичного навчання комп'ютерно-орієнтований супровід може використовуватись з меншими обмеженнями, отже, частіше.

2.2.2. Комп'ютерно-орієнтований супровід практичних занять з дисципліни

Вслід за ученими З. В. Бондаренко [78], К. В. Власенко [95], В. І. Клочком [158], Т. С. Максимовою [190], К. І. Словак [285] вважаємо, що активне використання майбутніми фахівцями отриманих знань під час опанування математичних дисциплін має відбуватись під час комп'ютерно-орієнтованих практичних занять. На думку О. М. Яцько [324, с. 135], до «комп'ютерно-орієнтованих практичних занять відносяться заняття, що уможливають навчальну діяльність, пов'язану із набуттям студентами практичних умінь і навичок у відповідній галузі знань з використанням

комп'ютера. Така діяльність будується на поєднанні традиційних і комп'ютерних форм навчання та контролю знань і орієнтована на розв'язування завдань, що забезпечують наступність між практичними, лабораторними і лекційними заняттями на основі внутрішніх і міждисциплінарних логічних зв'язків».

Під час навчання ДР, практичні заняття мають забезпечувати формування дій майбутніх бакалаврів з КН, що уможливають розвиток їхніх умінь створювати математичні моделі, застосовувати процедури розв'язування диференціальних рівнянь і їхніх систем, залучати програмні засоби для аналізу та розв'язування певних моделей. За умови позитивного зростання рівнів сформованості вказаних дій, на нашу думку, покращується результативність навчально-професійної діяльності майбутніх бакалаврів з КН [269].

Погоджуючись із О. Е. Коваленко [163], під час організації навчально-професійної діяльності у процесі практичного навчання ДР дотримуємось етапів, що передбачають послідовне формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій. Вслід за вченою, вважаємо, що ознаками результативного формування дій під час опанування студентами ДР є кмітливість, усвідомленість, системність, узагальненість і критичність їхнього залучення в процесі навчання.

Створюючи методичні рекомендації комп'ютерно-орієнтованого практичного навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН, дотримуємось думки [118], що формування певних якостей зазначених дій уможливується через комп'ютерно-орієнтований супровід вищевказаних етапів (табл. 2.4).

Обумовлюється це широким залучення сервісів технологій веб-2.0, технологій змішаного (аудиторного, дистанційного і мобільного) навчання, хмарних технологій, що впливають на взаємозв'язок усіх компонентів запропонованої методики.

Таблиця 2.4

Характеристика етапів формування дій

Назва етапу формування дій	Засоби формування дії		
	Зміст	Методи і форми навчання	Комп'ютерно-орієнтовані засоби
1	2	3	4
Формування матеріалізованих дій під час пояснення процедур розв'язування ДР і їхніх систем	Тестові завдання на розпізнавання типів ДР, визначення їхнього порядку, відтворення найпростіших математичні дій, усвідомлення сукупності елементів, що входять до ДР, виконання заміни змінних у ДР, повторення	Репродуктивний, пояснювально-ілюстративний методи під час колективної роботи, пошуковий метод під час індивідуальної роботи	Процедури і тренажери розв'язування ДР та їхніх систем, програмні засоби візуалізації для інтерпретації результатів розрахунків
Формування мовленнєвих дій під час обговорення та аналізу диференціальних моделей	Завдання на відтворення певних процедур розв'язування ДР; практичні завдання на систематизацію й узагальнення знань у системі міжпредметних зв'язків, формування вміння математичного моделювання певних процесів	Репродуктивний, пояснювально-ілюстративний та пошуковий методи під час індивідуальної роботи, пояснювально-ілюстративний під час індивідуальної роботи	Процедури і тренажери розв'язування ДР та їхніх систем, динамічні моделі, програмні засоби комп'ютерного моделювання, онлайн-калькулятори для здійснення розрахунків
Формування розумових дій	Професійно орієнтовані завдання на імітацію майбутньої професійної діяльності студентів (завдання-кейси)	Дослідницький та пошуковий методи під час індивідуальної і групової роботи	Динамічні моделі, програмні засоби (СКМ, ППЗ) для аналізу диференціальних моделей, комп'ютерного моделювання, онлайн-калькулятори для здійснення розрахунків

Ґрунтується така залежність на поєднанні дидактичних принципів традиційного і дистанційного навчання, обумовлених застосуванням комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання для забезпечення:

- комбінування колективної навчальної діяльності студентів із індивідуальним підходом опанування студентами ДР;
- стимулювання та мотивації навчально-професійної діяльності майбутніх бакалаврів;
- навчальних матеріалів у будь-який час, що задовольняє студентів;
- доцільності залучення комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання на будь-якому з етапів формування дій майбутніх бакалаврів;
- формування абстрактного і системного мислення майбутніх фахівців з ІТ через кореляційний зв'язок візуального і слухового сприйняття.

Формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій під час практичного аудиторного навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ забезпечується через застосування навчально-методичного посібника «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття із диференціальних рівнянь» [90]. Представлені у посібнику 16 практичних занять будуються на поєднанні традиційних і комп'ютерних методів і форм навчання та контролі знань, й орієнтовані на розв'язування задач, що забезпечують наступність між практичними та лекційними заняттями на основі внутрішніх і міждисциплінарних логічних зв'язків, важливих для майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Навчально-методичний посібник містить методичні рекомендації до організації проведення практичних занять і пропонує навчальні матеріали:

- призначені для застосування з метою опанування студентами процедурами розв'язування різних типів диференціальних рівнянь першого порядку, лінійних диференціальних рівнянь n -го порядку та систем диференціальних рівнянь;

- представлені з урахуванням різного рівня підготовки студентів, які активно залучаються до самостійної діяльності, обираючи для себе доступний рівень засвоєння;
- призначені через свою структурованість для створення презентацій, що можуть бути застосовані під час навчання студентів розв'язуванню диференціальних рівнянь і математичному моделюванню;
- призначені для ознайомлення з комп'ютерно-орієнтованими технологіями майбутніх фахівців та формуванню їхніх інформатичних компетентностей;
- представлені системою завдань (математичних, практичних, професійно орієнтованих), що сприяють усвідомленому застосуванню студентами своїх знань і вмінь використання диференціальних моделей у майбутній професійній діяльності, визначає дії й операції, які необхідно виконувати під час математичного моделювання;
- призначені для перевірки набутих знань і вмінь студентів.

Крім того, для організації практичних занять у посібнику використовуються:

- тестові завдання, що уможливають управління усним опитуванням студентів;
- СКМ і ППЗ, що призначені для графічного аналізу інтегральних кривих, які можуть бути отримані під час розв'язування диференціальних рівнянь і їхніх систем;
- онлайн-калькулятори, що призначені для перевірки розв'язання диференціальних моделей під час формування вміння математичного моделювання студентів;
- динамічні моделі, що через анімацію і напівавтоматичне управління допомагають викладачу візуалізувати моделі соціальних, економічних, фізичних та інших процесів;

- тренажери, що можуть використовуватись викладачем для супроводу перевірки досягнутих студентами результатів, повторення та закріплення навчального матеріалу, сприяють формуванню та удосконаленню практичних навичок майбутніх фахівців.

Усі зазначені матеріали та засоби розміщено на сайті [268]. Опанування студентами навчального матеріалу за допомогою навчально-методичного посібника [90] може супроводжуватись використанням матеріалів сайту.

Розглянемо приклад використання методичних рекомендацій для організації та проведення практичного заняття за темою «Чисельні методи розв’язування диференціальних рівнянь та систем». Ця тема є узагальненням курсу.

Внутрішні цілі заняття передбачають навчання студентів:

- застосовувати методи наближеного розв’язування диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь;
- розробляти процедури розкладання розв’язку ДР у степеневий ряд та розв’язування ДР методом Ейлера;
- використовувати процедури розкладання розв’язку ДР у степеневий ряд та розв’язування ДР методом Ейлера, розв’язувати чисельно ДР та їхні системи;
- застосовувати програмний засіб GRAN 1 для побудови інтегральних кривих, онлайн ресурс Wolfram|Alfa для перевірки отриманих результатів.

Заняття має проводитись в аудиторії, в якій знаходяться мультимедійний проектор або мультимедійна дошка. Після оголошення теми та мети заняття для актуалізації знань студентів про типи та способи розв’язування ДР першого порядку, загальний вигляд систем ДР пропонуємо організацію навчальної діяльності студентів із тестовими завданнями.

Завдання 10. Визначивши тип диференціального рівняння за допомогою тренажера «Типи рівнянь», оберіть відповідний тренажер та розв'яжіть рівняння $(9 - x^2) y' + 2xy - x^3 = 0$.

До завдання додається інформаційна підтримка, що вказує на доцільність залучення тренажеру «Типи рівнянь» [268].

Для виконання завдання використовується фронтальна форма роботи студентів. На екрані за допомогою мультимедійного проектору проектується сторінка сайту [267] та здійснюється вибір тренажеру, що уможливорює визначення типів рівнянь (вкладка головного меню «Студентам» → «Тренажери» (рис. 2.13)).

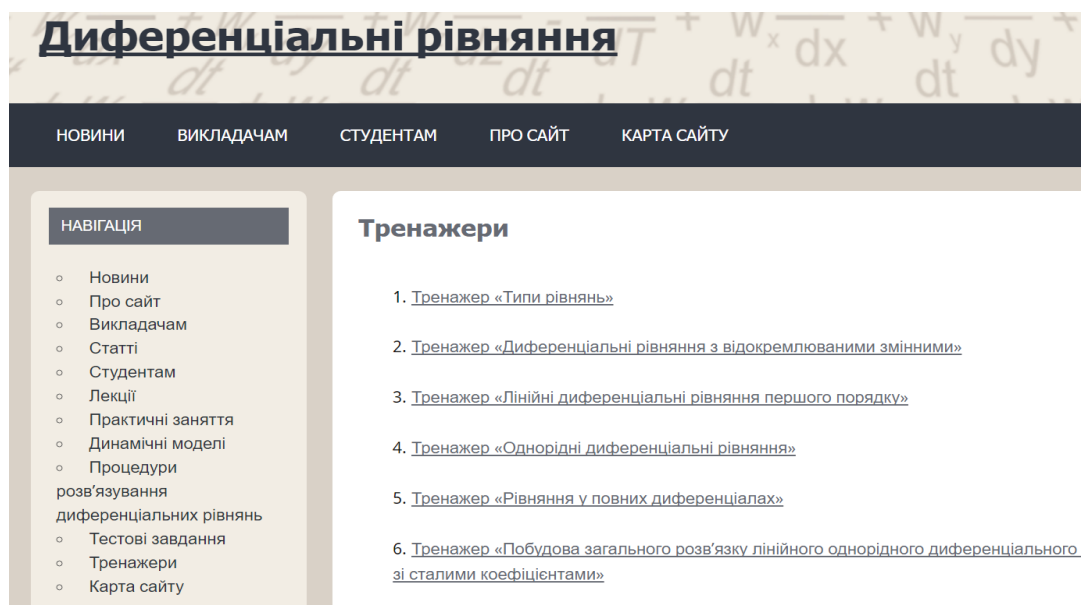
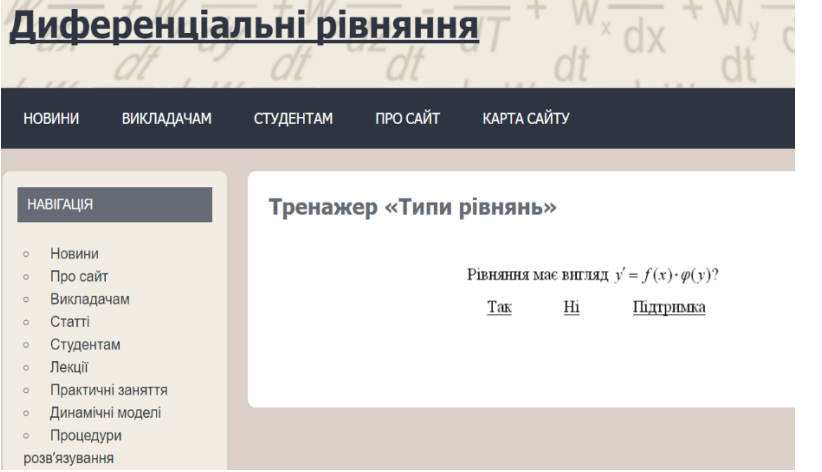


Рис. 2.13. Зображення переліку комп'ютерних тренажерів на сайті «Диференціальні рівняння»

Кожен з тренажерів розроблено таким чином, що за допомогою наведених типових прикладів студент має змогу визначитись із типом ДР, а потім його розв'язати, застосовуючи певну процедуру.

Викладач веде діалог зі студентами, супроводжуючи відповіді студентів відповідними презентаціями тренажеру:

<p>Запитання викладача (орієнтовні відповіді студентів)</p>	<p>Зображення вікна тренажера</p>
<p>1. Основною ознакою ДР є похідна або диференціал в його складі. Що з цього містить надане нам рівняння? (Похідну)</p>	 <p>Рис. 2.14. Перша сторінка тренажера «Типи рівнянь»</p>
<p>2. Чи може надане нам рівняння бути розв'язано відносно похідної таким чином, щоб права частина була представлена у вигляді добутку двох множників, один з яких залежить лише від x, а другий лише від y? (Ні)</p>	 <p>Рис. 2.15. Сторінка тренажера визначення першого типу рівнянь</p>
<p>3. Чи має рівняння вигляд $y' + P(x)y = Q(x)$ (Ні) А чи може воно бути зведено до такого вигляду? (Так, якщо розділити на $(9 - x^2)$)</p>	 <p>Рис. 2.16. Сторінка тренажера для визначення лінійних ДР першого порядку</p>

4. Чи має рівняння вигляд тепер $y' + P(x)y = Q(x)$?
(Так, надане нам рівняння – це лінійне ДР першого порядку)

Диференціальні рівняння

НОВИНИ ВИКЛАДАЧАМ СТУДЕНТАМ ПРО САЙТ КАРТА САЙТУ

НАВИГАЦІЯ

- Новини
- Про сайт
- Викладачам
- Статті
- Студентам
- Лекції
- Практичні заняття
- Динамічні моделі

Тренажер «Типи рівнянь»

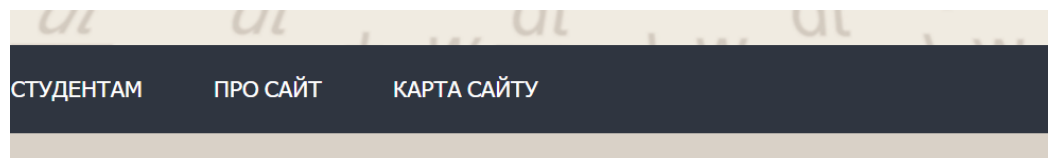
Лінійне ДР першого порядку

[Закінчити](#)

Рис. 2.17. Сторінка тренажеру, що завершує ідентифікацію лінійного ДР першого порядку

Слід відзначити, що тренажер розроблено таким чином, що у разі виникнення труднощів із визначенням типу рівняння, студент має можливість скористатися підтримкою та виконати процедуру ще раз, змінивши вигляд рівняння (занімівши похідну відношенням диференціалів або навпаки).

З'ясувавши тип рівняння, можна скористатися для його розв'язування тренажером «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку» (рис. 2.18).



Тренажер «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку»

Розв'яжіть лінійне диференціальне рівняння першого

$$\text{порядку } (9 - x^2) y' + 2xy - x^3 = 0.$$

Запишіть рівняння та переходьте [далі](#).

Рис. 2.18. Зображення сторінки тренажеру «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку»

Поступово переходячи за посиланнями, студенти під керівництвом викладача розв'язують диференціальне рівняння, використовуючи за необхідності інформаційну підтримку у вигляді додаткового вікна (рис. 2.19),

тренажер «Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними» та онлайн-калькулятор для перевірки інтегрування.

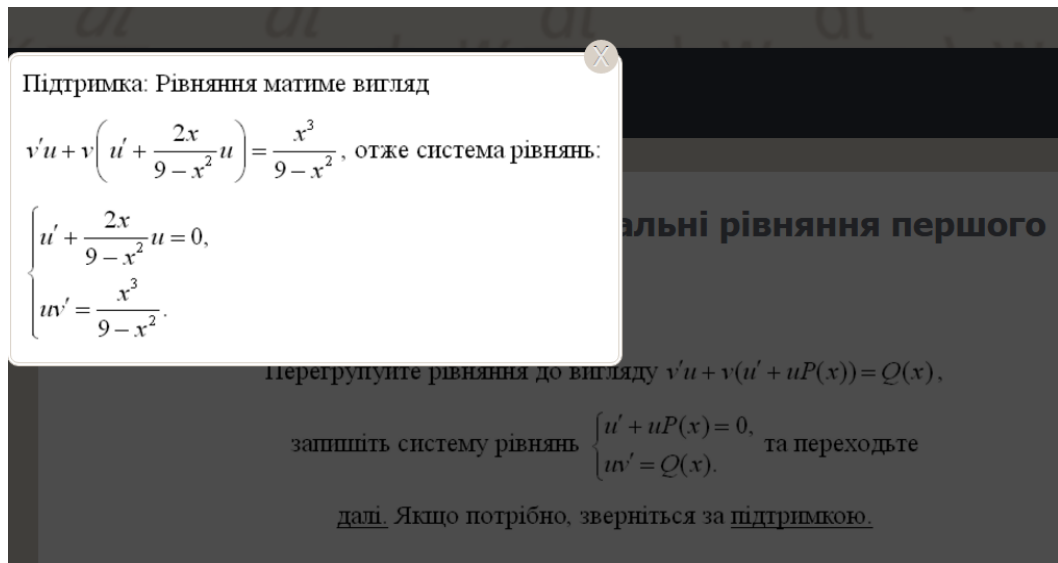


Рис. 2.19. Приклад використання «Підтримки» у тренажері «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку»

Організована таким чином навчально-пізнавальна діяльність із залученням тренажеру як супроводу актуалізації знань студентів підсилює їхнє сприйняття під час використання пояснювально-ілюстративного методу навчання та забезпечує перехід до розв'язування наступного завдання, що презентується на екран та передбачає застосування частково-пошукового методу.

Завдання 11. Серед наведених тверджень оберіть правильні.

- a) Аналітичне розв'язування диференціального рівняння дає точний результат, чисельне – наближений.
- b) Довільне диференціальне рівняння та довільна система диференціальних рівнянь можуть бути розв'язані аналітично.
- c) Розв'язок диференціального рівняння, знайдений чисельно, дорівнює розв'язку, знайденому аналітично.
- d) Розв'язок диференціального рівняння чи системи диференціальних рівнянь, знайдені аналітично, відрізняються від точного розв'язку на задану похибку.

Під час розв'язування завдання студентам пропонується *інформаційна підтримка*, що передбачає пошук і повторення основних положень лекції «Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь та їхніх систем» за допомогою навчальних матеріалів лекції, що розміщена на сайті [268]. Неправильний вибір студентів супроводжується виокремленням відповіді червоним кольором та її корегуванням з боку програми та викладача. За такого підходу матеріалізовані дії студентів становляться більш впевненими.

Для актуалізації знань студентів про вигляд степеневих рядів та продовження формування матеріалізованих дій розкладання функції у степеневий ряд робота студентів організовується у парах із тестовими завданнями такого типу:

Завдання 12. Серед наведених рядів оберіть степеневі.

a) $1 + x + x^2 + \dots + x^n + \dots,$

b) $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{2^n} + \dots,$

c) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{3n^2 + 2},$

d) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{y^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n,$

e) $\frac{\sin x}{1!} + \frac{\sin 2x}{2!} + \dots + \frac{\sin nx}{n!} + \dots,$

f) $(x - 1) + \frac{(x - 1)^3}{3} + \frac{(x - 1)^5}{15} + \dots$

Інформаційна підтримка до завдання забезпечує знаходження студентами в навчальних матеріалах [268] відповіді на запитання, що вимагають повторення теми «Степеневі ряди» розділу «Математичний аналіз».

Виконані завдання дають змогу перейти до відпрацювання нового матеріалу шляхом організації колективної роботи студентів для закріплення вмінь розв'язування диференціальних рівнянь за допомогою розкладання розв'язку у степеневий ряд.

Розв'язування наступного завдання сприяє одночасному формуванню як матеріалізованих так і мовленнєвих дій студентів. Під керівництвом викладача студенти мають розробити процедуру розкладання розв'язку ДР у степеневий ряд (рис. 2.20).

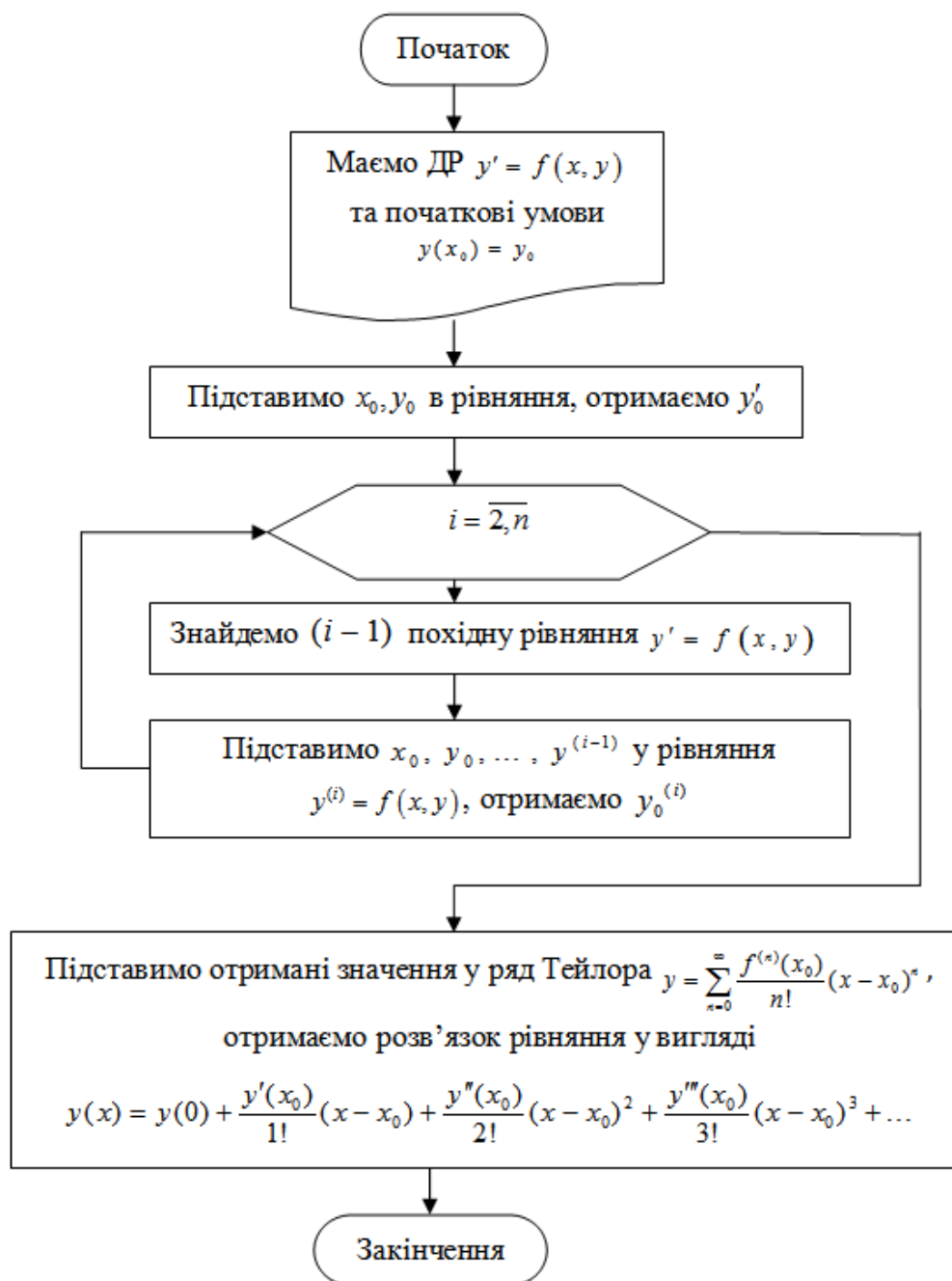


Рис. 2.20. Процедура розкладання розв'язку ДР у степеневий ряд

Завдання 13. Знайдіть три перших (відмінних від нуля) члени розкладу в ряд розв'язку рівняння $y' = x^2 + y^3$, $y(1) = -1$.

Викладач слідкує за коментарями студентів під час розв'язування завдання.

Запитання викладача	Орієнтовні коментарі студентів
Якого вигляду маємо рівняння?	Маємо ДР $y' = f(x, y)$ та початкові умови $y(x_0) = y_0$

Чи відрізняється y_0 від 0?	Так
Як знайти y'_0 ?	Підставимо x_0, y_0 в рівняння, отримаємо y'_0
Чи відрізняється y'_0 від 0?	Так
Як знайти y''_0 ?	Маємо знайти y'' для y'' та підставити x_0, y_0, y'_0 в отримане рівняння, отримаємо y''_0
Чи відрізняється y''_0 від 0?	Так
Якщо б якийсь із значень y_0 або y'_0 , або y''_0 не відрізнялось від 0, то які б були наші наступні дії?	Мали б знайти y''' для $y'' = f(x, y, y')$ та підставити x_0, y_0, y'_0, y''_0 в отримане рівняння, отримали б y'''_0
Куди треба підставити значення x_0, y_0, y'_0, y''_0 ?	Підставимо отримані значення у ряд Тейлора $y = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n$, отримаємо розв'язок рівняння

Отже, з початкових умов рівняння знаходимо значення y'' шляхом підстановки початкових умов у задане рівняння, послідовно продиференціюємо початкове рівняння, враховуючи що y є функцією від x та використовуючи початкові значення, отримуємо необхідні коефіцієнти ряду і складемо блок-схему процедури розв'язання. Організована таким чином навчально-професійна діяльність майбутніх бакалаврів з КН за допомогою відповідного супроводу частково-пошукового методу навчання допомагає викладачу з'ясувати, наскільки усвідомлено студенти зможуть надалі використовувати процедуру розкладання розв'язку ДР у степеневий ряд. Самостійне створення блок-схеми майбутніми фахівцями з ІТ вказує на позитивну динаміку у формуванні вмінь використання процедур розв'язування ДР. Викладач здійснює корекцію правильності виконання завдання через комп'ютерні слайди, що подаються на екран за допомогою анімаційного ефекту.

Наступне завдання передбачає застосування усвідомленої процедури (див. рис. 2.20).

Завдання 14. Знайдіть три перших (відмінних від нуля) члени розкладу в ряд розв'язку системи диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 3x + y, \\ \frac{dy}{dt} = -x + y, \end{cases} \quad \begin{cases} x(0) = 1, \\ y(0) = 0. \end{cases}$$

Застосувавши процедуру (див. рис. 2.20) до кожного з рівнянь системи, отримаємо шуканий розв'язок системи диференціальних рівнянь у вигляді

$$\begin{cases} x = 1 + \frac{3}{1!}t + \frac{8}{2!}t^2 + \dots = 1 + 3t + 4t^2 + \dots, \\ y = -\frac{1}{1!}t - \frac{4}{2!}t^2 - \frac{12}{3!}t^3 + \dots = -t - 2t^2 - 2t^3 + \dots \end{cases}$$

Отриманий аналітично частинний розв'язок системи має вигляд:

$$\begin{cases} X(t) = e^{2t} + te^{2t}, \\ Y(t) = -te^{2t}. \end{cases}$$

Порівняємо графіки часткових сум отриманих розв'язків та частинних розв'язків системи, які побудовані допомогою програмного засобу GRAN 1 (рис. 2.21). Як видно з графіків, в околі точки $t = 0$ графіки співпадають.

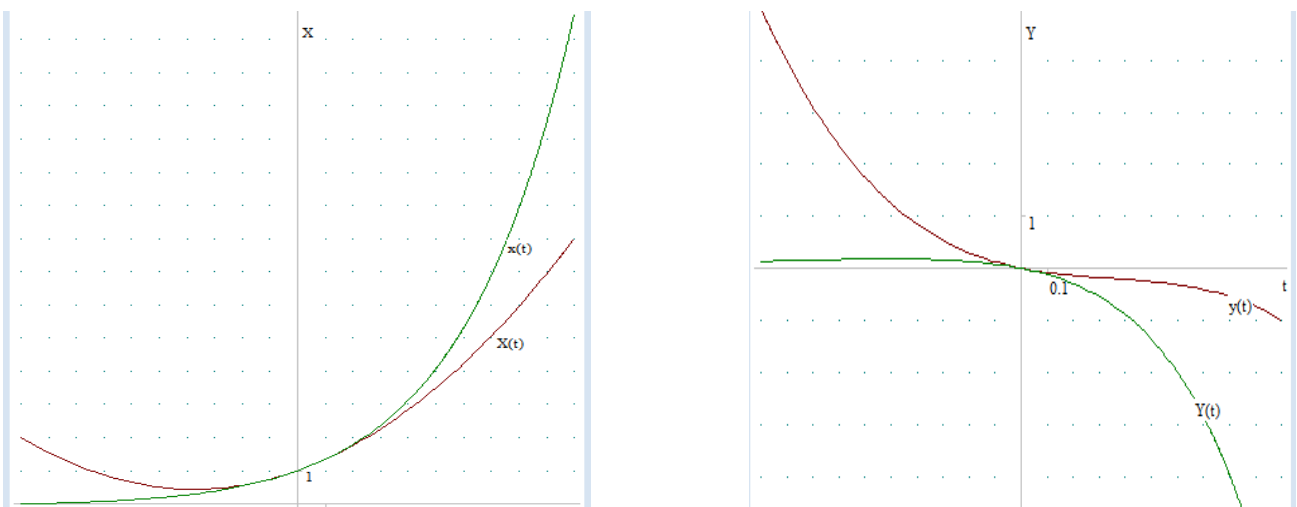


Рис. 2.21. Зображення вікон «Побудова часткових сум розв'язків засобами програми GRAN 1»

За такого підходу забезпечується візуальне сприйняття студентами інтегральних кривих і аналізу їхньої залежності, що здійснюється викладачем. Побудова відповідних зображення без програмних засобів є дуже громіздкою. Відсутність застосування таких зображень призводить до повного нерозуміння студентами про важливість аналізу отриманого результату. Вміння здійснення майбутніми фахівцями такого аналізу сприяє їхньому результативному опануванню вмінням математичного моделювання.

Наступним етапом заняття є застосування вмінь студентів із чисельного розв'язування систем диференціальних рівнянь. Організація цього етапу передбачає розв'язування систематизованих завдань для розвитку вміння майбутніх бакалаврів з КН математичного моделювання. Зміст наступних двох завдань є професійно орієнтованим та імітує майбутню професійну діяльність студентів досліджуваної нами спеціальності. Для їх пояснення застосовується пояснювально-ілюстративний метод, що супроводжується презентацією. Анімаційні зображення під час презентації навчального матеріалу подаються так, щоб концентрувати увагу студентів на отриманні системи рівнянь Колмогорова (додаток Е).

Завдання 15. Інформаційна система може знаходитися в одному зі станів: E_0, E_1, E_2, \dots (індекс – порядковий номер стану елементів у системі). У випадкові моменти часу система може здійснювати перехід до сусіднього стану. Інтенсивності переходів (середня кількість переходів в одиницю часу) дорівнює λ_k – інтенсивність переходів зі стану $E_k \cdot y, \nu_k$ – інтенсивність переходів зі стану E_k у E_{k-1} . Знайдіть ймовірність станів системи через час t , якщо $p_3(0) = 1, \nu_k = 2, \lambda_k = k, \Delta t = 0,1$.

Викладач коментує розв'язування завдання. Для розв'язування завдання використовуємо визначення розподільної системи для ймовірностей станів $p_k(t)$ інформаційної системи. Для цього складаються та розв'язуються так звані рівняння Колмогорова – особливого виду диференціальні рівняння, в яких невідомими функціями є ймовірності станів.

$$\begin{cases} p_{k-2}'(t) = v_{k-1}p_{k-1}(t) - (v_{k-2} + \lambda_{k-2})p_{k-2}(t), \\ p_{k-1}'(t) = v_k p_k(t) + \lambda_{k-2}p_{k-2}(t) - (v_{k-1} + \lambda_{k-1})p_{k-1}(t), \\ p_k'(t) = v_{k+1}p_{k+1}(t) + \lambda_{k-1}p_{k-1}(t) - (v_k + \lambda_k)p_k(t), \\ p_{k+1}'(t) = v_{k+2}p_{k+2}(t) + \lambda_k p_k(t) - (v_{k+1} + \lambda_{k+1})p_{k+1}(t), \\ p_{k+2}'(t) = \lambda_{k+1}p_{k+1}(t) - (v_{k+2} + \lambda_{k+2})p_{k+2}(t). \end{cases}$$

Після підстановки початкових даних у наведену систему рівнянь та обчислення похідних ймовірностей станів, отримаємо вектори ймовірностей при $t = 0$:

$$\bar{P}(0) = (0; 0; 1; 0; 0),$$

$$\bar{P}'(0) = (0; 2; -5; 3; 0),$$

$$\bar{P}''(0) = (4; -18; 35; -33; 12),$$

після чого скористаємося частинної сумою ряду Маклорена, а саме

$$\bar{P}(\Delta t) \approx \bar{P}(0) + \bar{P}'(0)\Delta t + \frac{1}{2}\bar{P}''(0)(\Delta t)^2.$$

Отже, маємо ймовірність станів системи у вигляді

$$\bar{P}(0,1) = (0; 0; 1; 0; 0) + 0,1 \cdot (0; 2; -5; 3; 0) + \frac{1}{2} \cdot (0,1)^2 \cdot (4; -18; 35; -33; 12) = (0,02; 0,11; 0,675; 0,135; 0,06).$$

Завдання 16. Резервується відповідальний вузол (пристрій) деякого агрегату, системи. Частота відмов основного пристрою – 2 (в одиницю часу). Маємо два резервні пристрої: один у полегшеному резерві із частотою відмов 1 (в одиницю часу), а другий – резервний, у ненапруженому стані. Після відмови будь-якого з пристроїв один з двох пристроїв, що залишилися, буде функціонувати як основний, а другий буде у полегшеному резерві. Пристрій, що залишиться потім один, функціонує як основний. При виході з ладу і цього пристрою вважаємо, що система припинила існування (працездатність). Знайдіть ймовірність загибелі системи (втрати працездатності).

Викладач коментує розв'язування завдання. Розглянемо просту модель резервування без відновлення. Маємо основний прилад та один чи два резервні прилади. При виході з ладу основного приладу його замінюють резервним й так до тих пір, доки всі прилади не вийдуть з ладу. Цей момент означає, що система втратила працездатність. Позначимо:

λ_1 – інтенсивність відмов основного приладу, а також резервного після заміни ним основного приладу,

λ_2 – інтенсивність відмов першого резервного приладу,

λ_3 – інтенсивність відмов другого резервного приладу.

Резервний прилад може знаходитись:

- у навантаженому стані $-\lambda_k = \lambda_1$,
- у полегшеному резерві $0 < \lambda_k < \lambda_1$,
- у ненавантаженому стані $-\lambda_k = 0$,

$p_k(t)$ – ймовірність того, що у момент часу t у системі є k приладів (прилад, що функціонує, та резервні прилади).

Запишемо роздільну систему для двох резервних приладів, що має ланцюговий характер:

$$\begin{cases} p_3'(t) + (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)p_3(t) = 0, & p_3(0) = 1, \\ p_2'(t) + (\lambda_1 + \lambda_2)p_2(t) = (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)p_3(t), & p_k(0) = 0, \\ p_1'(t) + \lambda_1 p_1(t) = (\lambda_1 + \lambda_2)p_2(t), & (k < 3). \\ p_0(t) = 1 - p_3(t) - p_2(t) - p_3(t). \end{cases} \quad (2.8)$$

У даному випадку маємо $\lambda_1 = 2$, $\lambda_2 = 1$, $\lambda_3 = 0$. Запишемо з цими даними систему рівнянь (2.8)

$$\begin{cases} p_3'(t) + 3p_3(t) = 0, & p_3(0) = 1, \\ p_2'(t) + 3p_2(t) = 3p_3(t), & p_k(0) = 0, \\ p_1'(t) + 2p_1(t) = 3p_2(t), & (k < 3). \\ p_0(t) = 1 - p_3(t) - p_2(t) - p_3(t). \end{cases} \quad (2.9)$$

Розв'яжемо перше рівняння системи (2.9). Це рівняння з відокремлюваними змінними. Після розв'язування маємо $p_3(t) = Ce^{-3t}$. З урахуванням початкової умови $p_3(0) = 1$ маємо

$$p_3(t) = e^{-3t}. \quad (2.10)$$

Підставимо знайдений розв'язок (2.10) в друге рівняння системи (2.9). Отримаємо лінійне диференціальне рівняння першого порядку

$$p_2'(t) + 3p_2(t) = 3e^{-3t}.$$

Для розв'язання застосуємо тренажер «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку» [267]. Матимемо $p_2(t) = (3t + C)e^{-3t}$. З урахуванням початкової умови $p_2(0) = 0$ маємо частинний розв'язок

$$p_2(t) = 3te^{-3t}. \quad (2.11)$$

Підставимо функції (2.10) та (2.11) у третє рівняння системи (2.9), матимемо $p_1'(t) + 2p_1(t) = 9te^{-3t}$. Для розв'язання застосуємо тренажер «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку».

Отримаємо $p_1(t) = 9(Ce^{-2t} - (t+1)e^{-3t})$. З урахуванням початкової умови $p_1(0) = 0$ маємо частинний розв'язок

$$p_1(t) = 9(e^{-2t} - (t+1)e^{-3t}). \quad (2.12)$$

Знайдемо ймовірність загибелі системи (втрати працездатності), підставивши розв'язки (2.10), (2.11) та (2.12) в четверте рівняння системи (2.9).

Отже, $p_0(t) = 1 - p_3(t) - p_2(t) - p_1(t) = 1 - 9e^{-2t} + (6t + 8)e^{-3t}$.

Для подальшого застосування вмінь студентів із наближеного розв'язування диференціальних рівнянь пропонуємо організувати діяльність студентів з кейсами у малих групах (орієнтовно рекомендується 4 групи студентів).

Завдання 17. Виконайте завдання кейсу, проаналізуйте отриманий результат, зробіть висновки.

Кейс має у своєму складі завдання, що містить задачу Коші (диференціальне рівняння першого порядку та початкові умови), інструкцію

про порядок виконання завдання, процедури розкладання розв'язка ДР у степеневий ряд (див. рис. 2.20), розв'язування ДР методом Ейлера (рис. 2.22) та розв'язування ДР модифікованим методом Ейлера, посилання на онлайн ресурс Wolfram|Alfa, програмний засіб GRAN 1 та питання для обговорення.

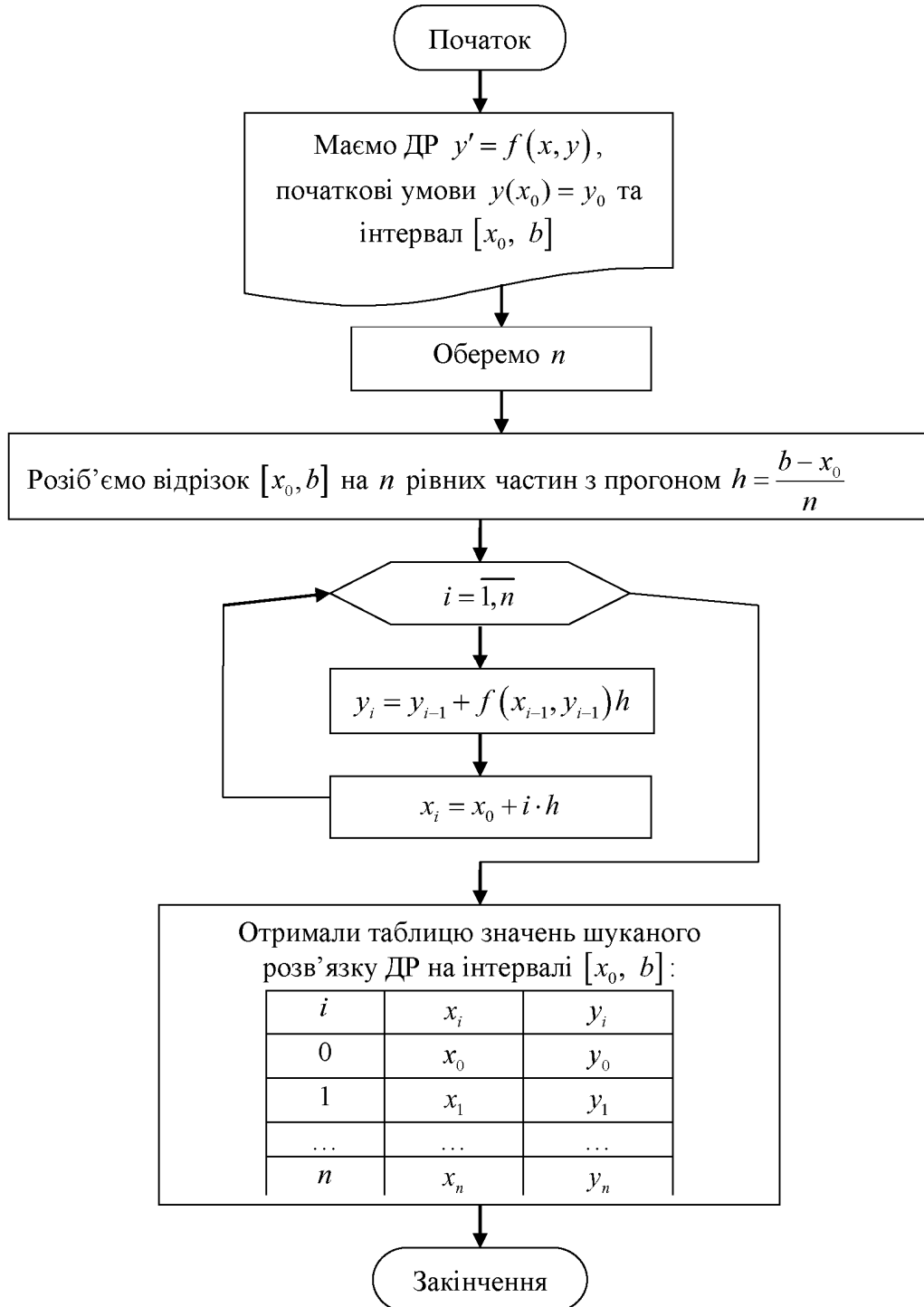


Рис. 2.22. Процедура розв'язування ДР методом Ейлера

Виконання кейсу передбачає розв'язування диференціальних рівнянь засобами онлайн ресурсу Wolfram|Alfa та порівняння результату із розв'язками,

отриманими шляхом застосування наведених процедур. Програмний засіб GRAN 1 використовується студентами для побудови частинного розв'язку рівняння та функції, наближеної степеневим рядом.

Кожна мала група презентує академічній групі результати розрахунків з коментарями щодо ходу виконання завдання та рекомендаціями щодо застосованих методів. Більш детальний опис цього здійснено у п 2.2.3, в якому розглядається управління самостійною та індивідуальною діяльністю студентів під час виконання завдань-кейсів.

Розглядаємо індивідуальну (домашню) роботу із застосуванням комп'ютерної підтримки як окремий вид навчальної діяльності студентів, тому в кінці заняття потрібно приділити увагу обговоренню завдання, призначеного для домашньої роботи та вказати до яких засобів має звернутись майбутній фахівець під час виконання завдання.

Підводячи підсумки виконання завдань аудиторного практичного заняття, викладачеві слід оцінити діяльність студентів. Оцінювання відбувається за критеріями, описаними у таблиці 2.5, де k – кількість виконаних студентом видів контролю.

Навчальна діяльність студентів оцінюється протягом семестру під час аудиторних практичних занять і самостійної роботи. Позитивне опанування курсу майбутніми фахівцями означає отримання ними від 60 до 100 балів ECTS.

За результатами оцінювання студенти можуть слідкувати за допомогою онлайн-заліковки, що знаходиться у віртуальній кімнаті сайту [268].

Аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту підтвердив, що проведення практичних занять з диференціальних рівнянь із застосуванням розроблених методичних рекомендацій сприяє інтенсивності взаємодії викладача та студента, допомагає повною мірою реалізувати всі етапи формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Таблиця 2.5

Оцінювання роботи студентів за видами

Види роботи, що оцінюються	Кількість балів	Коефіцієнт
Підготовленість студента до заняття за результатами онлайн-тестування	2	к/3
Виконання домашнього завдання	1	к
Розв'язування завдань в аудиторії (біля дошки)	1	к/4
Участь у практичних роботах з розв'язування завдань-кейсів	2	к
Захист індивідуальних завдань-кейсів	2	к
Рецензування завдань-кейсів, виконаних студентами іншої групи	2	к
Контрольна робота:		
- початковий контроль	40	0,2
- поточний контроль	8	к
- підсумковий контроль	40	0,2
Дослідницька діяльність, ведення блогу	5	

2.2.3. Управління самостійною навчально-пізнавальною діяльністю майбутніх фахівців з інформаційних технологій під час навчання диференціальних рівнянь

За теоретичними положеннями Н. Ф. Тализіної [292], прикінцева мета управління певною системою полягає в забезпеченні узгодженості, оптимізації та функціонуванні її складників. С. І. Архангельський [55] вважав, що управління навчанням передбачає планованість порядку дій, що супроводжують процес досягнення певних результатів під час впровадження динамічної системи навчання. В. С. Безрукова [64] наголошувала на тому, що управління – це обов'язковий компонент, що може гарантувати ефективність функціонування навчального процесу, мета якого виступає в ролі системоутворюючого фактору. Отже, ефективність впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ залежить від управління цим процесом.

Здійснюючи пошук факторів результативного управління навчанням ДР майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук, погоджуємось із Ю. І. Машбіцем [196], який вказував на першочерговість вирішення проблеми взаємодії між викладачем та студентом через педагогічне спілкування під час самостійного навчання. За Ю. І. Машбіцем, під управлінням розуміють процес, що через технологічність і циклічність, забезпечує реалізацію управлінських функцій. З огляду на це, будемо дотримуватись думки, що дієвість такої реалізації передбачає певного багаторівневого планування із діагностикою результативності сумісної діяльності викладачів і студентів під час самостійного навчання, метою якого є критичне усвідомлення майбутніми фахівцями навчального матеріалу [96]. Отже, узгодженість видів самостійної діяльності майбутніх бакалаврів з КН та діяльності викладачів під час навчання ДР має забезпечуватись певними методичними рекомендаціями управління самостійною діяльністю майбутніх фахівців з інформаційних технологій, концептуальною основою якої є: послідовна організація циклу занять (лекції – практичні заняття – консультації), що є взаємозв'язаними за режимом (синхронним, асинхронним) і тематикою; забезпечення мотивації навчання через активні міжособистісні взаємовідносини суб'єктів навчання під час навчально-професійної діяльності; постійне діагностування процесу і результатів навчально-професійної самостійної пізнавальної діяльності; ефективно поєднання методів навчання, що класифіковані за типами навчальної діяльності (І. Я. Лернер і М. М. Скаткін [180]), із раціональним відбором серед них методів активного навчання, а також методів і засобів контролю; особиста участь студентів у процесі вибору цілей, змісту, методів, форм (індивідуальна, групова), засобів навчання та контролю.

Покажемо, що управлінські функції викладачів, які застосовують зазначені рекомендації, зможуть забезпечуватись їхнім використанням блоків навчального, методичного, пізнавального та моніторингового модулів розробленого сайту [268], що створено із дотриманням таких принципів управління самостійною діяльністю студентів: технологічності, циклічності,

багаторівневості, інтенсивності, діагностичності, економічності, результативності.

Використання навчальних матеріалів та засобів, що розміщено в кожному з блоків вищевказаних модулів, та дотримання студентами певної карти навчання ДР, що розміщено у віртуальній класній кімнаті (рис. 2.23) сайту [268], забезпечують уніфікацію, стандартизацію та відтворюваність послідовного ряду визначених дій, що супроводжуються вказуванням оперативних цілей, яких мають дотримуватись майбутні фахівці. Реалізація цілей (внутрішні цілі навчання ДР представлено через формування типових завдань навчально-професійної діяльності майбутніх бакалаврів з КН) відбувається за допомогою визначеного заздалегідь змісту самостійного теоретичного й практичного навчання та системи методів, форм і засобів, що його уможливають. Через це забезпечується принцип технологічності.

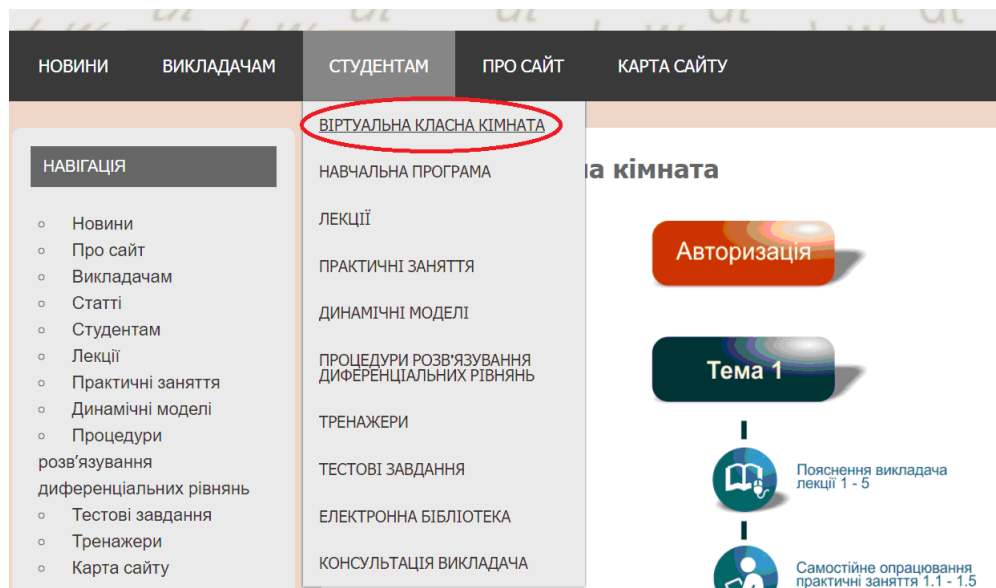


Рис. 2.23. Зображення вікна входу до «Віртуальної класної кімнати» на сайті «Диференціальні рівняння»

Циклічність процесу, що відповідає принципу регулярного повторення кожної з основних операцій, котрі забезпечують опанування ДР через постійне планування навчання, його самостійну організацію, власне керівництво і контроль, уможливаються застосуванням навчальних матеріалів і засобів методичного й пізнавального модулів, що містить віртуальна класна кімната. Синхронне або асинхронне навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН базується на

використанні методів, форм і засобів навчання, котрі є взаємозв'язаними за тематикою, часом і процесом.

Багаторівневність навчання забезпечується розробкою змісту та засобів, що розміщено у практичному та інформаційно-довідковому блоках навчального модуля. Самостійна діяльність студентів з різним рівнем знань і умінь уможлиблюється через поетапність процесу певного вибору цілей, засобів, дій і часу, що поєднано для досягнення запланованої мети.

Сконцентроване розміщення засобів на навчальному сайті та простота інтерфейсу їхнього використання сприяє збільшенню до максимуму обсягу діяльності із мінімізацією темпоральних характеристик, через що забезпечується принцип інтенсивності. Діагностика навчання ДР уможлиблюється за допомогою систематизованих завдань (опис освітніх цілей у діяльній формі уможливив контроль наявності та функціональності знань), обраних рівнів (докладніше рівні буде описано у п. 2.3) і заданих критеріїв, що забезпечують процес детермінованості й оцінювання рівня знань і умінь майбутніх фахівців з ІТ під час реалізації ряду певних процедур, що можуть здійснюватися студентом як синхронно, так і асинхронно під керівництвом викладача.

Зростання рівнів опанування студентами ДР супроводжується їхньою діагностикою під час розв'язування систематизованих тестових завдань, що уможлиблює аналіз складнощів у студентів.

Дотримання принципу економічності забезпечується концентрованим розміщенням навчальних матеріалів і засобів, якими студенти можуть користуватись безкоштовно. Раціональні рекомендації для опрацювання навчального матеріалу у зручній для студента час забезпечують самостійний вибір майбутніми фахівцями траєкторії навчання, що узгоджується з запропонованим змістом, методами, формами і засобами навчання.

Постійна корекція складників методики, що відбувалась впродовж пошукового етапу педагогічного експерименту, забезпечила дієвість управління студентами самостійним навчанням. Ефективне управління визначалося за результативністю навчально-професійної діяльності, в процесі якої забезпечувалась взаємодія суб'єктів (студентів і викладачів) під час синхронного і асинхронного режимів навчання, що забезпечувало очікувані результати

самостійного навчання ДР на кожному з етапів формування дій (матеріалізованих, мовленнєвих, розумових). Постійне удосконалення засобів навчання відбувалось через пошук таких, що як найкраще відповідають індивідуальним професійним потребам студентів, що спроектовано на види їхньої діяльності та діяльності викладачів під час самостійного навчання ДР (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Види діяльності студентів і викладачів під час самостійного навчання

	Позааудиторна самостійна робота студента	Аудиторна самостійна робота студента	Діяльність викладача
1	2	3	4
Навчання у синхронному режимі	<ul style="list-style-type: none"> – ознайомлення з віртуальною класною кімнатою і картою навчання; – індивідуальне тестування в режимі онлайн; – онлайн підготовка до теоретичних та практичних занять; – робота над індивідуальними дослідницькими завданнями-кейсами в режимі онлайн; – проведення групових практичних робіт з розв'язування завдань-кейсів; – захист індивідуальних завдань-кейсів в режимі онлайн; – онлайн розв'язування і обговорення завдань-кейсів у групах соціальних мереж; – застосування навчальних комп'ютерно-орієнтованих засобів та їхнє обговорення в режимі онлайн; – робота онлайн під час практичного заняття групою 	<ul style="list-style-type: none"> – виконання онлайн тестових завдань під час лекційних занять; – опрацювання онлайн деяких теоретичних питань; – розв'язання завдань на практичних заняттях; – розв'язування і обговорення в групах завдань-кейсів; – захист індивідуальних завдань, проектів на занятті; – рецензування виконаних завдань-кейсів студентами іншої групи 	<ul style="list-style-type: none"> – планування й організація занять, консультацій у віртуальній класній кімнаті; – онлайн консультування щодо опанування теоретичного матеріалу; – організація онлайн теоретичних і практичних занять; – консультування виконання індивідуальних завдань і завдань-кейсів; – слідування й корегування навчальної діяльності студентів із зворотним зв'язком

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
Навчання у асинхронному режимі	<ul style="list-style-type: none"> – ознайомлення з віртуальною класною кімнатою і картою навчання; – онлайн виконання індивідуальних тестових завдань; – онлайн підготовка до теоретичних та практичних занять і ознайомлення з навчальним матеріалом; – онлайн виконання дослідницьких завдань-кейсів; – онлайн рецензування виконаних завдань-кейсів студентами іншої групи; – опрацювання літератури; – дослідницька діяльність, ведення блогу 		<ul style="list-style-type: none"> – підготовка і корегування навчальних матеріалів до самостійних занять; – забезпечення оберненого зв'язку зі студентами через сайт; – перевірка і корегування виконання індивідуальних завдань і завдань-кейсів; – консультування за допомогою електронної пошти та у форумах

Опишемо, як за допомогою сайту можуть самостійно здійснюватися вищевказані види діяльності майбутніми бакалаврами з КН.

Самостійна робота з навчальним матеріалом розпочинається зі знайомства студента з віртуальною класною кімнатою (див. рис. 2.23), що відбувається під час першого аудиторного заняття (краще, якщо це буде практичне заняття). У процесі цього студент отримує уявлення про основні етапи самостійної роботи над навчальним матеріалом, першим з яких є авторизація. Вибір кнопки «Авторизація» перенаправляє користувача на відповідну сторінку, де він має зареєструватись (рис. 2.24).

Адміністратор сайту надсилає новому користувачу електронного листа з персональними даними доступу до всіх навчальних матеріалів. Реєстрація на сайті дисциплінує студента та уможлиблює самостійний вибір траєкторії навчання ДР.

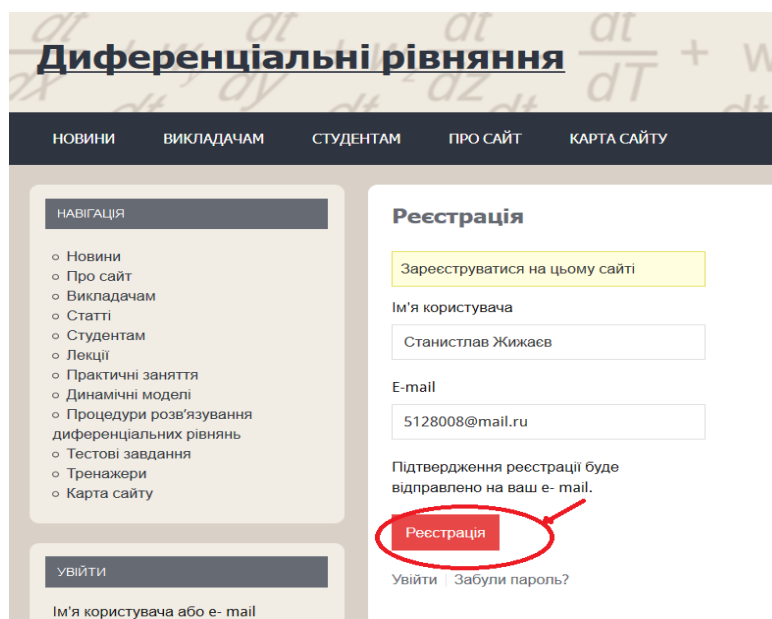


Рис. 2.24. Зображення сторінки реєстрації на сайті «Диференціальні рівняння»

Надалі студент має змогу самостійно ознайомлюватись з лекційним матеріалом відповідної теми за посиланням «Пояснення викладача. Лекція №...» або працювати над завданнями будь-якого практичного заняття за посиланням «Самостійне опрацювання. Практичні заняття №...» (рис. 2.25).



Рис. 2.25. Зображення фрагменту сторінки «Віртуальна класна кімната»

Під час самостійного опанування кожної теми дисципліни студент має можливість отримувати консультацію викладача. З цією метою у віртуальній класній кімнаті створено можливості доступу до «Обговорення питань через електронну пошту», запропоновано вихід до допоміжних мережевих ресурсів з дисципліни «Електронна бібліотека», реалізована можливість отримання «Консультації викладача» онлайн.

Для отримання консультації студенту обирає «Консультація викладача» та заповнює відповідну форму (рис. 2.26).

Консультація викладача

Ваше ім'я (обов'язкове)

Топчій Анастасія

Email (обов'язкове)

nas51ti@ukr.net

Тема питання

Системи ДР

Питання

Мені не зрозуміло, як будувати загальний розв'язок системи за власними значеннями та власними векторами. Поясніть, будь ласка.

Відправити

Рис. 2.26. Зображення форми «Консультація викладача»

Графік консультацій на сторінці «Новини» оновлюється кожного семестру, студент має слідкувати за ним, щоб мати змогу отримати своєчасні відповіді на запитання. Якщо студент не має можливості звернутись за поясненнями викладача у рекомендований термін, то він надсилає своє питання у вільний для себе час, але отримає відповідь під час наступної за розкладом

консультації. Інколи для підготовки «відкладених» відповідей на запитання доречно долучати інших студентів, які вже звертались до викладача з аналогічними запитаннями. За такого підходу відбувається удосконалення певних дій у майбутніх фахівців.

Для перевірки засвоєності майбутніми фахівцями теоретичного навчального матеріалу на сайті передбачене індивідуальне онлайн-тестування. Користувач має обрати тему, щоб виконати комп'ютерні тестові завдання до певного практичного завдання через головне меню «Студентам» → «Тестові завдання» (рис. 2.27). Тестування організовано таким чином, що студент має змогу скористатися підказкою під час надання відповіді на запитання.

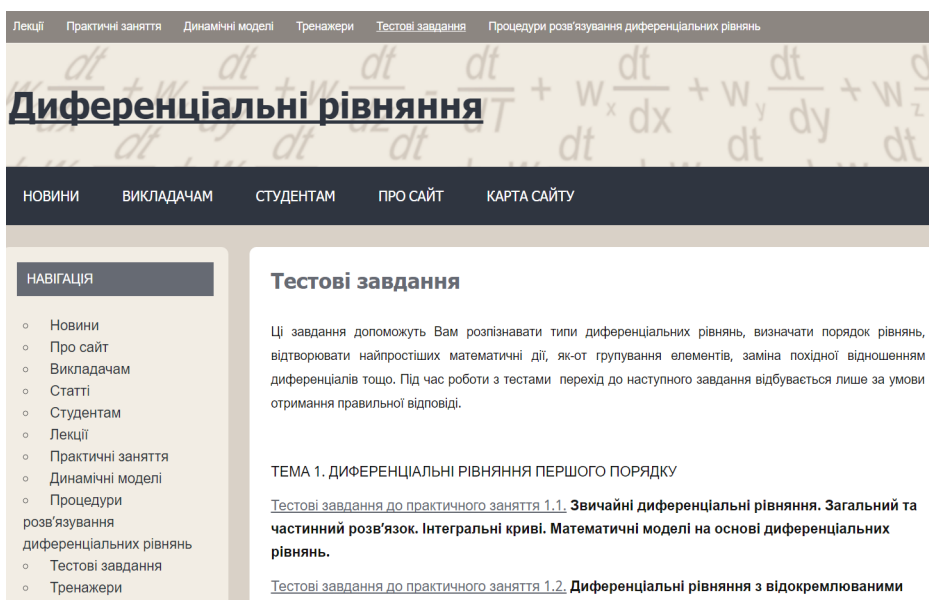


Рис. 2.27. Зображення вікна із тестовими завданнями

Перехід до кожного наступного завдання є можливим тільки у разі отримання правильної відповіді на попереднє питання (рис. 2.28) (зелений маркер вказує на правильний результат). Якщо студент вказав неправильну відповідь, то її буде відзначено червоним маркером. Наприкінці в аналізі результату одночасно виокремлено різними кольорами правильні і неправильні відповіді. Передбачено залучення різних видів тестових завдань, що мають єдину відповідь, множинний вибір та «відкриті» відповіді.

Тест 1.3.2

Питання 1 з 10

Вкажіть тип рівняння

$$\frac{dx}{\sqrt{x}} - \frac{y}{1+y^4} dy = 0$$

 диференціальне рівняння першого порядку з відокремленими змінними

 диференціальне рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними

 лінійне диференціальне рівняння першого порядку

 рівняння Бернуллі

Неправильно

Підказка

Далі

Рис. 2.28. Зображення прикладу тестового завдання до практичного заняття «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі»

Після закінчення тестування студент отримує аналіз результатів у вигляді кількості та відсотку правильних відповідей. За бажанням студент має змогу ще раз повторити навчальний матеріал та скорегувати свої відповіді (рис. 2.29). Виконання комп'ютерних тестових завдань сприяє кращому розумінню теоретичного матеріалу через тренування у використанні процедур розв'язування простіших ДР, уможливорює отримання додаткових балів до семестрової оцінки. Можливість вибору зручного часу для навчання, відсутність напруження, притаманного традиційному опитуванню, стимулює формування матеріалізованих дій студентів під час опанування ДР, процедур їхнього розв'язування із залученням програмних засобів.

- Новини
- Про сайт
- Викладачам
- Статті
- Студентам
- Лекції
- Практичні заняття
- Динамічні моделі
- Процедури розв'язування диференціальних рівнянь
- Тестові завдання
- Тренажери
- Студентський форум

Результат

Правильних відповідей: 9 з 10

Витрачений час: 00:01:25

Ви набрали 9 з 10 баллів (90%)

Вкажіть тип рівняння

$$y' - y \operatorname{ctg} x = \frac{\cos x}{\sin^2 x}$$

- диференціальне рівняння першого порядку з відокремленими змінними
- диференціальне рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними
- лінійне диференціальне рівняння першого порядку

Ім'я користувача або e-mail

Рис. 2.29. Зображення аналізу результату виконання тестового завдання

Важливою складовою самостійної роботи студентів над дисципліною, що сприяє формуванню вміння математичного моделювання студентів, розвитку їхніх інформатичних компетентностей, уможлиблює моделювання професійної поведінки майбутнього фахівця у галузі ІТ, є виконання дослідницьких завдань-кейсів «Опрацювання індивідуальних завдань». Для роботи з кейсами створено акаунт загального користування «Диференціальні рівняння. Комп'ютерні технології» у хмарному середовищі Google Диск, доступ до якого мають авторизовані користувачі сайту «Диференціальні рівняння» [268]. На диску розташовані папки «Робочі матеріали», «Кейси для обговорення» та «Списки груп». Доступ до цих папок студентам надає адміністратор акаунта за допомогою опції «Доступ» та додавання електронної пошти відповідного користувача. Після створення спільного доступу, студенти мають змогу бачити документи папки «Списки груп» та «Кейси для обговорення». Розв'язування таких завдань може бути організовано індивідуально або малими групами. Групова самостійна робота може бути організована як на сайті за допомогою електронної пошти, так і у відповідних групах соціальних мереж або з використанням хмарних ресурсів.

Попередню організацію студентів у малі групи проводить викладач та розміщує відповідний документ у папку «Списки груп». У кожній малій групі викладач призначає студента-координатора, який буде виконувати організаційну роботу у групі (розподіляти обов'язки, ставити терміни для виконання, остаточно редагувати документ, тощо). Крім того, обирається спікер (студент, який буде презентувати результати роботи), та один чи два рецензенти – студенти, які координують роботу по рецензуванню завдань-кейсів інших груп. Слід зауважити, що склад груп та ролі, котрі виконують студенти, змінюються для кожного кейсу таким чином, щоб кожний студент мав змогу спробувати себе у різних ролях та отримати досвід сумісної професійної діяльності. Списки учасників малих груп, завдання-кейси та терміни виконання повідомляються студентам на початку семестру. Виконання кожного кейсу студентами відбувається у період опанування відповідної теми впродовж тижня після проведення контрольної роботи. Координатор кожної

групи створює та розміщує у папці «Робочі матеріали» робочий файл, в якому учасники групи фіксують результати досліджень та розрахунків. Також майбутні фахівці, які складають групи, мають можливість редагувати файли, вносити правки в кейси (це може здійснюватися декількома студентами одночасно). Виконані кейси розміщуються на диск у папку «Кейси для обговорення», після цього ще тиждень студенти кожної малої групи мають для ознайомлення з результатами роботи інших груп. Презентація та обговорення результатів за «Питаннями для обговорення» відбувається на практичному занятті. Максимальна оцінка, яку може отримати студент за кожний кейс, складає 6 балів: до 2-х балів на етапі розв’язування, до 2-х балів за презентацію та до 2-х балів за рецензування кейсів інших груп. На кожному етапі студент, який відповідає за нього, отримує 2 бали, інші учасники групи – по 1 балу.

Спілкування студентів між собою в процесі роботи над кейсом відбувається як у робочому файлі на Google Диску, так і на сайті [268] на сторінці «Студентський форум» (рис. 2.30), що саме створена з метою організації діалогу студентів між собою з різних питань навчання ДР. Також на форумі відбувається обговорення результатів роботи усіх груп в процесі рецензування.

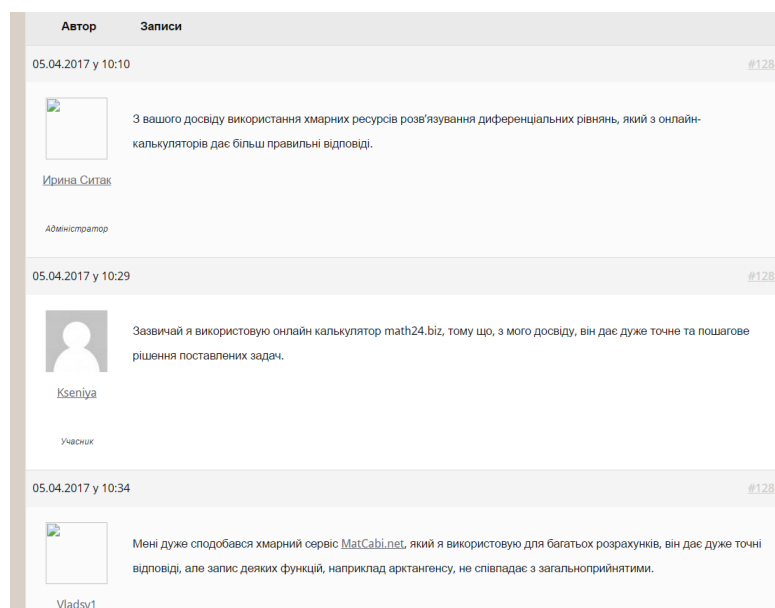


Рис. 2.30. Зображення вікна «Студентський форум» сайту «Диференціальні рівняння»

Робота над завданнями-кейсами потребує залучення всіх навчальних засобів, до яких є доступ на сайті. Покажемо схематично, як відбувається управління діяльністю студентів під час розв'язування одного з завдань, що передбачає сформульовану задачу для побудови математичної моделі. *Постановка завдання:* вважаючи, що швидкість приросту населення прямо пропорційна кількості населення, знайдіть залежність між кількістю населення A та часом t , якщо відомо, що в деякий момент, який приймаємо за початковий, кількість населення дорівнювала A_0 , а через рік вона збільшилася на a %. Обчисліть передбачувану на цій основі кількість населення вказаного міста на 1 січня 2020 року, попередньо розрахувавши на основі наданих статистичних даних середній приріст населення за попередні роки.

В процесі розв'язування кейсу кожна мала група діє згідно інструкції, виконуючи кроки відповідно схеми (рис. 2.31).

Виконані кейси (додаток Ж) презентуються під час аудиторного заняття, в процесі якого сумісно усіма групами підраховується кількість населення регіону, що прогнозується на 1 січня 2020 року. Оцінювання сумісної роботи учасників малих груп відбувається після презентації та обговорення кейсів. Організована таким чином діяльність стимулює формування як мовленнєвих, так і розумових дій у майбутніх бакалаврів з КН.

Корегування дій уможлиблюється через надання студентам перспективи відстеження результатів свого навчання за допомогою сервісу «Онлайн-заліковка», що розміщено у віртуальній класній кімнаті сайту [268]. За посиланням відкривається сторінка за переліком навчальних років, після вибору потрібного можна обрати свою групу із наведеного списку. Зазначимо, що студенти мають доступ до результатів навчання лише своєї академічної групи.



Рис. 2.31. Схема розв'язування завдання-кейсу

Оприлюднення результатів здійснюється викладачем після проведення кожного виду контролю. На рисунку 2.32 наведена сторінка «Онлайн-заліковки» з підсумковими оцінками студентів 2-го курсу спеціальності «Інформатика», денна форма навчання, 2015 рік вступу (групи ІД-15) Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. Таким чином, студенти упродовж семестру мають актуальну інформацію про стан своєї успішності та змогу скорегувати її у разі необхідності. Така «гласність» підсилює мотивацію студентів до навчання, надає їм змогу відстежувати свій рейтинг, додає дух суперництва у навчальний процес.

Група ІД-15

Прізвище, ім'я студента	КР ₀ (8 б.)	КР ₁ (8 б.)	КР ₂ (8 б.)	КР ₃ (8 б.)	КР _{міс} (8 б.)	ТЗ (12 б.)	ІЗ (14 б.)	АР (5 б.)	Кейси (24 б.)	ДД (5 б.)	Підс. (100 б.)
1. Веретенникова Анна	7	8	7	8	8	12	14	1	22	5	92
2. Данилова Анастасія	4	5	5	5	5	10	10	2	18	2	66
3. Дегтярєва Ол-дра	4	6	6	5	5	10	11	2	18	3	70
4. Єфімцев Павло	6	7	7	7	7	11	12	4	20	2	83
5. Жижжєв Станіслав	7	8	7	7	7	11	10	4	20	4	85
6. Корзинка Кристина	5	5	5	5	5	11	12	3	18	2	71
7. Маркін Владислав	4	5	4	5	5	10	10	3	15	2	63
8. Молчанов Богдан	5	5	5	4	5	10	10	4	18	2	68
9. Нікітін Владислав	5	5	5	5	5	10	10	2	14		61
10. Поляков Станіслав	5	6	6	6	6	11	11	3	18	3	75
11. Потапов Іван	5	6	5	5	5	10	12	3	15	2	68
12. Рзаєв Юсіф	4	5	5	4	5	10	12	3	15	2	65
13. Севосг'янова Марина	7	8	7	8	8	12	12	2	24	5	93
14. Шаблієнко Юрій	7	7	7	8	7	11	10	2	20	4	83
15. Ярцева Ольга	5	7	6	6	6	11	10	2	18	3	74

ТЗ – тестові завдання

ІЗ – індивідуальні (домашні) завдання

ДД – дослідницька діяльність, ведення блогу

КР – контрольна робота

АР – розв'язування завдань в аудиторії (у дошки)

Кейси – участь у роботі по розв'язуванню, захисту та рецензуванню завдань-кейсів

Підс. – підсумкова (семестрова) оцінка

Рис. 2.32. Вигляд сторінки онлайн-заліковки групи ІД-15

Отже, через розроблений сайт «Диференціальні рівняння» [268] та створені методичні рекомендації управління самостійною діяльністю майбутніх фахівців з ІТ викладач має можливість результативно реалізувати вимоги до такої діяльності: ознайомлення студентів з умовами організації самостійної роботи уможлиблюється через контент «Віртуальна класна кімната»; забезпечення студентів необхідними засобами виконання обов'язкової частини

самостійної роботи здійснюється через контент навчального й пізнавального модулів сайту; залученню студентів до виконання вибіркової частини самостійної роботи сприяє забезпечення синхронної і асинхронної допомоги викладача й складників навчального сайту; корекція сформованих дій студентів відбувається через контент моніторингового модуля сайту.

Впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН, що забезпечує управління самостійною діяльністю студентів, організацію комп'ютерно-орієнтованого теоретичного і практичного навчання, уможлиблюється через структуру, що забезпечує візуалізацію сукупності зв'язків між компонентами розробленої методики.

2.2.4. Структура комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій

Упровадження розробленої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ уможливилось через структуру.

Моделювання та структурування у педагогічному дослідженні є актуальним через інтегративність, яка забезпечує можливості об'єднання емпіричного та теоретичного, поєднання процесу аналізу педагогічного об'єкту та здійснення експерименту, що супроводжуються побудовою логічних конструкцій та наукових абстракцій. Розробляючи структуру, розуміємо під цим зображення сукупності стійких зв'язків частин об'єкта, що забезпечують його цілісність і тотожність самому собі, тобто збереження основних властивостей при різних зовнішніх і внутрішніх змінах. Впровадження такої структури, забезпечується через її презентацію у вигляді культурної форми, що є притаманною певній соціокультурній практиці.

Моделюючи структуру (рис. 2.33), вслід за В. І. Бондарем [75] розподіляємо концептуальні положення дослідження за чотирма блоками, як-от теоретико-методологічним, цільовим, змістовно-організаційним та оцінювально-результативним.

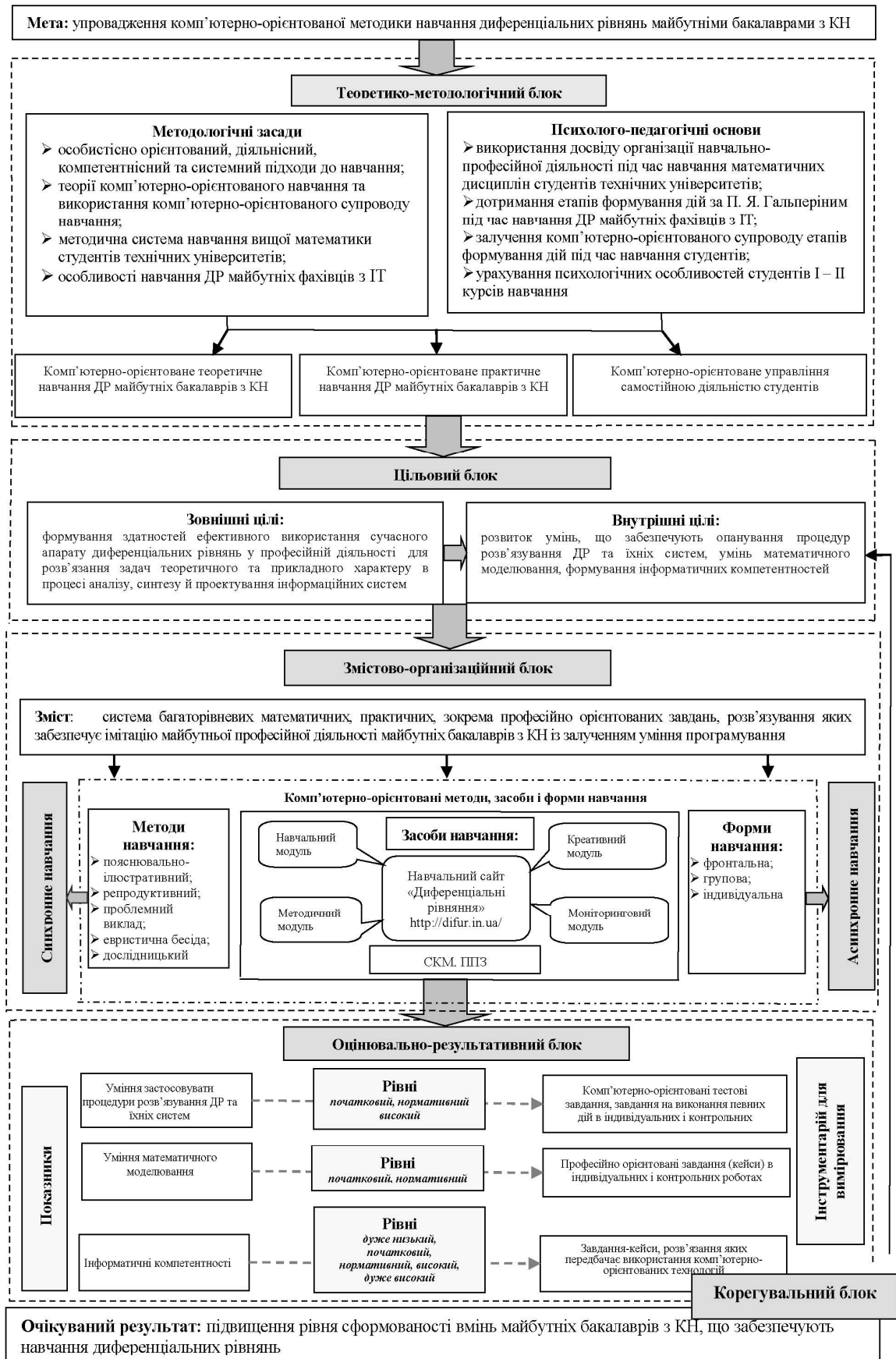


Рис. 2.33. Структура комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН

Систематизуємо й узагальнимо попередній опис процесу впровадження у навчання ДР майбутніх фахівців з інформаційних технологій розробленої *комп'ютерно-орієнтованої методики навчання*. Реалізація компонентів розробленої методики навчання під час опанування студентами спеціальності КН диференціальних рівнянь призвела до отримання очікуваного результату, а саме підвищення рівня сформованості вмінь студентів із застосування певних процедур розв'язування ДР та їхніх систем, розвиток вмінь математичного моделювання.

Крім того, впровадження структури було націлено на ознайомлення студентів із вміннями, що є необхідними для їхньої майбутньої професійної діяльності та на формування вміння використовувати засоби ІКТ у майбутній професійній діяльності.

Очікуваних результатів навчання було досягнуто при спиранні на *теоретико-методологічний блок*, що містить методологічне та психолого-педагогічне підґрунтя дослідження.

Методологічним підґрунтям розробки методики навчання визначено використання особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного і системного підходів, що уможливили відповідно спрямування на індивідуалізацію як практичного, так і теоретичного навчання майбутніх бакалаврів з КН; формування матеріалізованих, мовленнєвих, розумових дій під час навчально-професійної діяльності студентів; забезпечення професійної орієнтованості навчання майбутніх фахівців і його результативності; встановлення зв'язків між розробленими компонентами методики навчання через комп'ютерно-орієнтованість навчання. Методичні і психолого-педагогічні основи забезпечили залучення комп'ютерно-орієнтованого супроводу етапів опанування майбутніми фахівцями з ІТ певних дій, а також врахування методичних і психологічних особливостей їхнього навчання ДР. Зазначені основи було спроектовано на організацію комп'ютерно-орієнтованого аудиторного навчання диференціальних рівнянь та управління самостійною діяльністю майбутніх бакалаврів з КН.

Теоретико-методологічний блок обумовив корегування внутрішніх цілей навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН, що описуються у *цільовому блоці*. Перехід зовнішніх цілей навчання, що визначено освітньою програмою спеціальності, у внутрішні було здійснено через урахування потреб та мотивів студентів, які реалізовано через систематизовані навчальні завдання різного рівню складності та залучення засобів комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання.

Цілі навчання диференціальних рівнянь обумовили вплив на *змістовно-організаційний блок*, що містить основні компоненти *комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій*. Опанування майбутніми фахівцями з ІТ ДР в синхронному та в асинхронному режимах забезпечила розробка навчального сайту [268], що сприяв впровадженню технологій добору змісту, методів, форм і засобів навчання та уможливив встановлення зв'язків між компонентами методики навчання.

Засоби, що є контентом взаємозв'язаних структурних модулів навчального сайту, допомагали викладачеві переходити від традиційних методів і форм навчання до більш діяльнісних, роблячи їх комп'ютерно-орієнтованими складниками розробленої *методики навчання*.

Позитивний вплив впровадження створеної методики на динаміку розвитку вмінь майбутніх бакалаврів з КН, що забезпечують опанування диференціальних рівнянь, було оцінено за допомогою *оцінювально-результативного блоку*, який визначає показники, рівні та інструментарій вимірювання навчальних досягнень студентів упродовж експериментальної перевірки.

Оцінювання сформованості у студентів умінь застосування процедур розв'язування ДР та їхніх систем відбувалося за рекомендаціями З. В. Бондаренко [74] та відповідало рівням:

– *початковому* (0 – 20 балів): відсутність сформованих навчальних дій як цілісних «одиниць» діяльності (студент виконує лише окремі кроки процедури, може тільки копіювати дії викладача при реалізації процедури, не планує і не

контролює свої дії, підміняє навчальне завдання завданням буквального заучування і відтворення);

– *нормативному* (21 – 26 балів): виконання навчальних дій у співпраці з викладачем (потрібні роз'яснення для встановлення зв'язку окремих кроків і умов завдання, студент може виконувати дії за постійною, вже засвоєною процедурою), але неадекватно переносить навчальні дії на нові види завдань (при зміні умов завдання не може самостійно внести корективи до процедури);

– *високому* (27 – 30 балів): адекватне перенесення навчальних дій (самостійне виявлення студентом невідповідності між умовами завданнями і наявними способами їхнього розв'язування із правильною зміною процедури), самостійна побудова навчальних цілей (самостійне побудова студентом нових навчальних дій на основі розгорнутого, ретельного аналізу умов завдання і раніше засвоєних процедур), узагальнення навчальних дій на основі виявлення загальних принципів побудови нових способів дій і виведення нового способу розв'язування для кожного конкретного завдання.

Сформованість уміння математичного моделювання було оцінено, з огляду на рекомендації Л. І. Нічуговської [223], у наступний спосіб:

– *початковий рівень* (0 – 7 балів) вказував на відсутність сформованих навчальних дій як цілісних «одиниць» діяльності (студент виконує лише окремі операції, може тільки копіювати дії викладача при побудові моделі, не планує і не контролює свої дії, підміняє навчальне завдання завданням буквального заучування і відтворення), не може побудувати адекватну модель;

– *нормативний рівень* (8 – 10 балів) підтверджував адекватне перенесення навчальних дій (самостійне виявлення студентом закономірностей, потрібних для побудови моделі та наявних способів їхнього розв'язування), узагальнення навчальних дій на основі дослідження отриманого розв'язку та аналізу адекватності моделі.

Рівень сформованості ІКТ-грамотності студентів спеціальності КН на початку експерименту було визначено за допомогою тестування із використанням сертифікаційного тесту Digital Literacy від компанії Microsoft

Corporation [39] (додаток 3). Оцінювання студентів відбувалося за рекомендаціями компанії:

- *дуже низький рівень* : 1 – 6 правильних відповідей;
- *початковий рівень* : 7 – 12 правильних відповідей;
- *нормативний рівень* : 13 – 18 правильних відповідей;
- *високий рівень* : 19 – 24 правильних відповідей;
- *дуже високий рівень* : 25 – 30 правильних відповідей.

За такими ж рівнями наприкінці експерименту було здійснено оцінювання сформованості інформатичних компетентностей студентів на підставі результатів розв'язування ними професійно орієнтованих завдань-кейсів та підсумкового тестування (див. додаток 3).

Позитивний перерозподіл майбутніх фахівців з ІТ від більш низьких рівнів до значно вищих забезпечив опанування диференціальних рівнянь. Підтвердження цього здійснено у пункті 2.3.

2.3. Експериментальна перевірка результативності комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій

Метою проведення педагогічного експерименту було здійснення перевірки результативності впровадження розробленої комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ. Передбачалось, що створена методика має забезпечити покращення засвоєння майбутніми фахівцями математичних предметних знань, підвищення рівня їхнього опанування певними навчальними вміннями (застосування процедур розв'язування різних типів диференціальних рівнянь першого порядку, вищих порядків та систем диференціальних рівнянь), позитивну динаміку у формуванні в студентів вміння математичного моделювання, їхнє ознайомлення із уміннями, що є необхідними для майбутньої професійної діяльності фахівця з ІТ, розвиток інформатичних компетентностей.

Педагогічний експеримент проводився в період з 2010 р. по 2016 р. і тривав 7 років. Протягом цього періоду систематично аналізувались отримані результати, вносились корективи, удосконалювалась методика навчання.

До експериментального навчання було залучено студентів спеціальності «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» Донбаської державної машинобудівної академії (95 студентів), Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (79 студентів), Вінницького національного технічного університету (86 студентів), Приазовського державного технічного університету (97 студентів), Криворізького металургійного інституту Національної металургійної академії України (75 студентів). Усього в експерименті взяли участь 432 майбутніх фахівця з ІТ (додаток К). Докладна характеристика чисельного складу учасників експерименту та обґрунтування обсягу вибірки з урахуванням умов, що забезпечують репрезентативність відбору, знаходяться у додатку К.

Відповідно до вимог педагогічного експерименту були сформовані експериментальна (219 студентів) й контрольна групи (213 студентів). При проведенні педагогічного експерименту достовірність одержаних результатів забезпечували такі чинники: спостереження у групах проводилися за заздалегідь розробленою програмою в умовах природного навчального процесу; студенти контрольних та експериментальних груп вивчали подібний за змістом навчальний матеріал; контрольні роботи в експериментальних та контрольних групах проводилися одночасно; усі вимірювання відбувались за єдиними анкетами, опитувальниками, тестами і контрольними роботами; викладачів, яких було задіяно в експерименті, було попередньо ознайомлено з розробленою нами методикою навчання. Під час кожного з етапів проводився систематичний аналіз результатів навчання ДР студентів, корегування й удосконалення методики.

Показниками оцінювання результативності впровадження розробленої методики процес навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ виступали: рівні опанування студентами певних навчальних умінь (застосування процедур розв'язування різних типів диференціальних рівнянь першого порядку, вищих порядків та систем диференціальних рівнянь), рівні сформованості в студентів уміння математичного моделювання й здатностей, що є необхідними для майбутньої професійної діяльності фахівців з ІТ, зокрема розвиток їхніх інформатичних компетентностей.

Експериментальне дослідження комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх бакалаврів складалося з трьох основних етапів: констатувального;

пошукового; формувального.

На констатувальному етапі (2010 – 2011 рр.) було здійснено теоретичний аналіз розробленості проблеми комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ у психолого-педагогічній та методичній літературі; аналізувалися основні першоджерела щодо проблеми дослідження; вивчалась історія питання, роботи вітчизняних та закордонних математиків, методистів, педагогів-практиків, нормативні документи Міністерства освіти і науки України, навчально-методичні посібники, підручники та інтернет-контент, що уможлиблює опанування диференціальних рівнянь; вивчалось методичне забезпечення дисципліни ДР на предмет рівня його насичення професійно орієнтованими завданнями для майбутніх фахівців з ІТ, навчальні програми спеціальності КН, навчальні та робочі програми досліджуваної дисципліни (як самостійної та як розділу вищої математики); відвідувались лекційні та практичні заняття з ДР у технічних університетах, проводилось опитування і тестування студентів відповідних спеціальностей щодо використання інтернет-контенту під час навчання досліджуваної дисципліни, анкетування викладачів закладів вищої технічної освіти.

Розглянемо та проаналізуємо результати опитування серед студентської молоді щодо застосування Інтернет-ресурсів у процесі навчання ДР. Для здійснення аналізу на розробленому сайті [268] було розміщено анкету (див. додаток Б). Опитування здійснило 195 респондентів (108 студентів та 87 школярів старших класів), серед яких 58 учасників було опитано за допомогою паперових анкет, а 137 – через сайт з використанням соціальних мереж. За результатами опитування респонденти проводять в мережі від 1-го до 3-х годин на день з метою навчання (51,4 %). За допомогою Інтернет-ресурсів відбувається підготовка до навчальних занять, написання рефератів, курсових, розв'язування контрольних робіт тощо. Найбільшою популярністю користуються соціальні мережі – 88 %, а також онлайн-бібліотеки – 42 %. Онлайн-розв'язальниками та банками рефератів користуються 30 %, менше за всіх учні використовують хмарні сховища – 16 %. Наряду з цим, 87 % респондентів заявили, що не можуть самостійно виконати домашні завдання та мають потребу у сторонній допомозі, бажано безкоштовній; 76 % мають бажання отримувати допомогу онлайн; 64 % зазначили відсутність доступної

навчально-методичної літератури, що могла б допомогти з опануванням теоретичного матеріалу; 92 % студентів не розуміють, як отримуються під час розв'язування завдань диференціальні моделі. Докладніше результати опитування наведені у додатку Б. Відповіді 100 % респондентів підтвердили актуальність створення навчального інтернет-ресурсу, що містив би навчальні та навчально-методичні матеріали, що уможливили змішане опанування студентами ДР з отриманням, у зручний час для них, безкоштовної онлайн-консультації.

Для з'ясування ставлення викладачів вищої математики до проблеми управління навчанням ДР за допомогою комп'ютерно-орієнтованих технологій було проведено анкетування викладачів ЗВТО (73 науковця) за питаннями, наведеними у додатку Б. За результатами аналізу анкетування, 90 % викладачів вважають, що студенти відчувають значні складнощі під час опанування ДР. Допомогти в цьому може покращення шкільної математичної підготовки абітурієнтів (100 %), впровадження в навчальний процес комп'ютерно-орієнтованих технологій (90 %), організація самостійної роботи студентів (86 %). Для забезпечення допомоги студентам під час навчання ДР 94% викладачів пропонують збільшити час на консультації, 86 % респондентів вказують на доцільність забезпечення майбутніх бакалаврів онлайн консультаціями (із наданням можливості навчатися асинхронно), 73 % вчених наголошують на необхідності розробки сайтів, що можуть супроводжувати будь-які самостійні навчальні дії майбутніх фахівців з ІТ. Опитані науковці вважають, що на навчальному сайті з ДР мають бути розміщені інтерактивні лекції і практики – 67 %, комп'ютерні тренажери – 72 %, тестові завдання – 69 %, засоби, що уможливлюють візуалізацію і моделювання досліджуваних процесів – 74 %. Майже всі опитані вказали на відсутність інтернет-контенту, що задовольняв би вказаним вимогам і забезпечував би комп'ютерно-орієнтоване навчання ДР.

Таким чином, результати аналізу відповідей респондентів підтвердили доцільність розробки комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Критерії для аналізу навчальних досягнень студентів під час опанування ДР було обрано виходячи з міркувань про те, що навчально-професійна діяльність майбутніх бакалаврів з КН має бути спрямована на формування

навчальних умінь, що передбачають застосування процедур розв'язування ДР та їхніх систем. Під час цього процесу має спостерігатись позитивна динаміка перерозподілу студентів від початкового рівня до достатнього і високого. Формування умінь математичного моделювання майбутніх фахівців має сприяти їхньому переходу від початкового до нормативного рівня, розвиток інформатичних компетентностей студентів уможливлувати підвищення рівнів із дуже низького та початкового до нормального, високого та дуже високого.

На констатувальному етапі експерименту наприкінці вересня 2011 року студентам 2-го курсу напрямів «Інформатика» та «Комп'ютерні науки» (з 01 вересня 2015 року згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 06 листопада 2015 року № 1151 ці напрями віднесено до галузі знань «Інформаційні технології») Донбаської державної машинобудівної академії, Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Вінницького державного технічного університету, Приазовського державного технічного університету та Криворізького національного університету (див. додаток К) було запропоновано контрольну роботу. Майбутні фахівці розв'язували контрольну роботу (див. додаток З), завдання якої передбачали встановлення початкового рівня студентів, які починають опанування ДР за традиційною та експериментальною методичними системами. З цією метою було рекомендовано розв'язати завдання (контрольна робота була також розміщена на сайті [268]), що дозволяли виявити початковий рівень сформованості вмінь:

- розв'язування квадратних рівнянь, коренями яких можуть бути дійсні та комплексні числа (зазначене вміння забезпечує застосування студентами процедури розв'язування лінійних ДР вищих порядків зі сталими коефіцієнтами);

- обчислення визначників другого порядку (сформованість вміння сприяє застосуванню студентами процедури розв'язування нормальних систем ДР);

- обчислення похідних функції однієї та двох змінних (розвиток вміння уможливорює застосування процедури визначення типу ДР, розв'язування типових ДР, використання чисельних методів розв'язування ДР та їхніх систем);

- обчислення невизначених інтегралів (забезпечує розв'язування усіх типів ДР);

– вміння використання програмних пакетів для математичних розрахунків.

Рівень сформованості вміння математичного моделювання визначався за допомогою професійно орієнтованого завдання, розв’язування якого передбачало створення найпростішої диференціальної моделі. Максимально за контрольну роботу можна було отримати 40 балів, 30 з яких відводилось на завдання 1-6, та 10 балів на завдання 7.

Аналіз результатів розв’язування контрольної роботи уможливив об’єднання студентів у дві рівноцінні групи (експериментальну (ЕГ) і контрольну (КГ)).

У таблиці 2.7 наведені узагальнені результати цієї роботи.

Для з’ясування однорідності груп було використано методи математичної статистики. Вибірки студентів були випадкові, незалежні та члени вибірки незалежні між собою. Шкалами вимірювань рівнів опанування студентами певних навчальних умінь (застосування процедур розв’язування ДР і їхніх систем) були узяті: початковий, достатній, високий (параметр $L = 3$); перерозподіл рівнів розвитку вміння математичного моделювання спостерігався відповідно від початкового до нормативного (параметр $L = 2$). Це вможливило застосування непараметричного критерію згоди χ^2 , що застосовується для експериментальних даних, представлених у вигляді таблиці $2 \times C$ [67].

Таблиця 2.7

Результати розв’язування завдань початкової контрольної роботи,
розподіл студентів за рівнями формування умінь

Групи	Рівень									
	Застосування процедур розв’язування						Математичне моделювання			
	Початковий (0-20)		Достатній (21-26)		Високий (27-30)		Початковий (1-7)		Нормативний (8-10)	
ЕГ $n_1=219$	$Q_{11}=135$	61,6%	$Q_{12}=72$	32,9%	$Q_{13}=12$	5,5%	$Q_{11}=160$	73,1%	$Q_{12}=59$	25,9%
КГ $n_2=213$	$Q_{21}=131$	61,5%	$Q_{22}=71$	33,3%	$Q_{23}=11$	5,2%	$Q_{21}=164$	77%	$Q_{22}=49$	23%

Для з’ясування рівнів застосування студентами процедур розв’язування було висунуто дві гіпотези: нульову і альтернативну. Позначимо p_{ki} –

ймовірність того, що об'єкт k -ої вибірки опиниться в i -й категорії ($\forall i = \overline{1;3}$, $k = \overline{1;2}$). Нульова гіпотеза H_0 полягала в тому, що ймовірності попадання об'єктів першої та другої вибірки в кожен з трьох категорій рівні, тобто $p_{1i} = p_{2i}$. У зв'язку з цим мали альтернативну гіпотезу $H_1: p_{1i} \neq p_{2i}$ хоча б для однієї категорії, тобто різниця між обома розподілами достатньо значна. Для перевірки зазначеної вище гіпотези за допомогою критерію χ^2 підрахуємо значення статистики критерію T за формулою:

$$T = n_1 \cdot n_2 \cdot \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{Q_{1i}}{n_1} - \frac{Q_{2i}}{n_2} \right)^2}{\frac{Q_{1i} + Q_{2i}}{n_1 + n_2}}. \quad (2.13)$$

де n_1 – обсяг першої вибірки, тобто кількість студентів експериментальних груп (ЕГ);

n_2 – обсяг другої вибірки, тобто кількість студентів контрольних груп (КГ);

L – кількість рівнів сформованості умінь майбутніх бакалаврів з ІТ;

Q_{1i}, Q_{2i} – кількість студентів першої і другої груп віднесених до рівня $k = i$.

Після підстановки у формулу (2.13), було отримано:

$$T = 219 \cdot 213 \cdot \left[\left(\frac{135}{219} - \frac{131}{213} \right)^2 / (135 + 131) + \left(\frac{72}{219} - \frac{71}{213} \right)^2 / (72 + 71) + \left(\frac{12}{219} - \frac{11}{213} \right)^2 / (12 + 11) \right] = 0,027$$

Для рівня значущості 0,05 та $L - 1 = 2$ було отримане критичне значення $\chi_{0,05}^2 = 5,99$. Таким чином, $T < \chi_{0,05}^2$. Можемо зробити висновок: отриманий результат не дає підстав відхилити нульову гіпотезу. Тобто сформовані на початку експерименту контрольну та експериментальну групи за категорією «застосування процедур розв'язування» можна вважати однорідними.

Шкала змін для рівнів розвитку вміння математичного моделювання майбутніх фахівців з ІТ розглядалась з двома рівнями (початковий та нормативний). для експериментальних даних, представлених у вигляді таблиці 2×2 застосовуємо наступну формулу критерію T :

$$T = \frac{N \cdot (Q_{11} \cdot Q_{22} - Q_{12} \cdot Q_{21})^2}{n_1 n_2 (Q_{11} + Q_{21})(Q_{12} + Q_{22})} \quad (2.14)$$

Нульова гіпотеза H_0 полягала в тому, що ймовірності попадання об'єктів першої та другої вибірки в кожен з двох категорій рівні, тобто $p_{1i} = p_{2i}$. У зв'язку з цим мали альтернативну гіпотезу $H_1: p_{1i} \neq p_{2i}$ хоча б для однієї категорії, тобто різниця між обома розподілами достатньо значна. На цій підставі було розраховано емпіричне значення критерію T для заданої категорії. Після підстановки у формулу (2.14), отримали:

$$T = \frac{432 \cdot (160 \cdot 49 - 59 \cdot 164)^2}{219 \cdot 213 \cdot (160 + 164) \cdot (59 + 49)} = 0,892.$$

Для рівня значущості 0,05 та $L - 1 = 1$ критичне значення $\chi_{0,05}^2 = 3,84$, таким чином, $T < \chi_{0,05}^2$. Можемо зробити висновок за правилом прийняття рішень для критерію χ^2 : отриманий результат не дає підстав відхилити нульову гіпотезу.

Вивчаючи рівень сформованості інформатичних компетентностей студентів спеціальності КН, було проведено вхідне тестування із використанням сертифікаційного тесту Digital Literacy від компанії Microsoft Corporation [39] (див. додаток 3). Тест містить 30 питань та надає можливість визначити рівень комп'ютерної грамотності людини (дуже низький, початковий, нормативний, високий, дуже високий). Результати тестування наведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Результати вхідного тестування інформатичних компетентностей студентів

Групи	Рівень									
	Дуже низький (1-6)		Початковий (7-12)		Нормативний (13-18)		Високий (19-24)		Дуже високий (25-30)	
ЕГ $n_1=219$	$Q_{11}=14$	6,4%	$Q_{12}=117$	53,4%	$Q_{13}=61$	27,9%	$Q_{14}=15$	6,8%	$Q_{15}=12$	5,5%
КГ $n_2=213$	$Q_{21}=15$	7%	$Q_{22}=115$	54%	$Q_{23}=58$	27,2%	$Q_{24}=13$	6,1%	$Q_{25}=12$	5,6%

Шкалами вимірювань рівнів опанування студентами навчальних умінь для оцінювання рівнів сформованості інформатичних компетентностей було обрано дуже низький, початковий, нормативний, високий, дуже високий (параметр $L=5$), застосовувався також непараметричний критерій згоди χ^2 . Було висунене гіпотези, аналогічні попереднім висновкам: нульову і альтернативну. Позначено p_{ki} – ймовірність того, що об’єкт k -ої вибірки опиниться в i -й категорії ($\forall i=\overline{1;5}, k = \overline{1;2}$). Нульова гіпотеза H_0 полягала в тому, що ймовірності попадання об’єктів першої та другої вибірки в кожен з п’яти категорій рівні, тобто $p_{1i} = p_{2i}$. У зв’язку з цим мали альтернативну гіпотезу $H_1: p_{1i} \neq p_{2i}$ хоча б для однієї категорії, тобто різниця між обома розподілами достатньо значна. На цій підставі було розраховано емпіричне значення критерію T для зазначеної категорії за формулою (2.13):

$$T = 219 \cdot 213 \cdot \left[\left(\frac{14}{219} - \frac{15}{213} \right)^2 / (14+15) + \left(\frac{117}{219} - \frac{115}{213} \right)^2 / (117+115) + \left(\frac{61}{219} - \frac{58}{213} \right)^2 / (61+58) + \left(\frac{15}{219} - \frac{13}{213} \right)^2 / (15+13) + \left(\frac{12}{219} - \frac{12}{213} \right)^2 / (12+12) \right] = 0,187$$

Для рівня значущості 0,05 та $L - 1 = 4$ критичне значення $\chi_{0,05}^2 = 9,49$, таким чином, $T < \chi_{0,05}^2$. Можемо зробити висновок за правилом прийняття рішень для критерію χ^2 : отриманий результат не дає підстав відхилити нульову гіпотезу про те, що сформовані на початку експерименту контрольну та експериментальну групи за кожним з показників, що перевірявся, можна було вважати однорідними.

Отже, аналіз результатів анкетування студентів і викладачів, низьке значення моди (значення, що зустрічається найчастіше), що відповідало кожному з показників, рівень сформованості якого перевірявся у майбутніх фахівців з ІТ, сприяли вибору вектору дослідження, котрий під час пошукового етапу передбачав розробку комп’ютерно-орієнтованої методики навчання ДР.

У ході другого, *пошукового* етапу (2011 – 2013 рр.) проходило уточнення змісту дисципліни диференціальні рівняння (здійснено добір та систематизацію

професійно орієнтованих задач для майбутніх бакалаврів з КН), відбувався відбір методів, форм і засобів навчання ДР, в тому числі комп'ютерно-орієнтованих. Були визначені теоретичні основи побудови методики навчання, розроблено модель впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ, створено методики комп'ютерно-орієнтованого теоретичного та практичного навчання та методику комп'ютерно-орієнтованого управління самостійною діяльністю майбутніх фахівців досліджуваної спеціальності. Розпочато впровадження розробленої методики у навчальний процес ДР на основі розробки сайту «Диференціальні рівняння» [268], залучення якого під час навчання уможливило швидке реагування студентів і викладачів на будь-які зміни, що відбувались упродовж експериментального формувального етапу.

Третій, *формувальний* етап (2014 – 2016рр.) був спрямований на впровадження, апробацію й уточнення розробленої комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН. На цьому етапі було уточнено методи, форми та засоби навчання ДР; опрацьовано та проаналізовано експериментальні дані, сформульовано висновки. Метою цього етапу стало визначення результативності запропонованої методики навчання. Відбулася корекція методичних рекомендацій дослідження, завершено кількісний та якісний аналіз експериментальних даних, літературно оформлено текст дисертації.

По закінченню вивчення дисципліни (наприкінці третього або четвертого семестрів у залежності до навчальних планів) були проведені підсумкові контрольні роботи, що дозволили визначити рівень сформованості досліджуваних умінь у студентів експериментальної та контрольної груп. Як і анкети та нульова контрольна робота, завдання підсумкового контролю (див. додаток 3) було розміщено на сайті [268]. Студентам було запропоновано розв'язати завдання, що дозволяли виявити остаточний рівень сформованості вмінь: використання процедур розв'язування ДР та їхніх систем (завдання 1, 3-5), математичного моделювання (завдання 6), використання умінь, що є необхідними для майбутньої професійної діяльності фахівця з ІТ (завдання 1-6).

Узагальнені результати цієї роботи наведені у таблиці 2.9. Максимальна

оцінка, яку студенти отримували за контрольну роботу, складала 40 балів. За завдання з 1 – 6 можна було отримати до 30 балів та до 10 балів – за завдання 7.

Таблиця 2.9

Результати розв'язування завдань підсумкової контрольної роботи,
розподіл студентів за рівнями формування умінь

Групи	Рівень									
	Застосування процедур розв'язування						Математичне моделювання			
	Початковий (0-20)		Достатній (21-26)		Високий (27-30)		Початковий (1-7)		Нормативний (8-10)	
ЕГ $n_1=219$	$Q_{11}=104$	47,5%	$Q_{12}=100$	45,7%	$Q_{13}=15$	6,8%	$Q_{11}=141$	64,4%	$Q_{12}=78$	35,6%
КГ $n_2=213$	$Q_{21}=127$	59,6%	$Q_{22}=74$	34,7%	$Q_{23}=12$	5,6%	$Q_{21}=161$	75,6%	$Q_{22}=52$	24,4%

Підсумкове тестування студентів контрольної і експериментальної груп з метою перевірки їхнього перерозподілу за рівнями сформованості інформатичних компетентностей здійснювалось на підставі аналізу застосування студентами ППЗ та СКМ під час виконання завдань 1-6 підсумкової контрольної роботи і підсумкового тесту (див. додаток 3). Результати оцінювання наведено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Результати вихідного оцінювання інформатичних компетентностей
студентів

Групи	Рівень									
	Дуже низький (1-6)		Початковий (7-12)		Нормативний (13-18)		Високий (19-24)		Дуже високий (25-30)	
ЕГ $n_1=219$	$Q_{11}=11$	5%	$Q_{12}=85$	38,8%	$Q_{13}=80$	36,5%	$Q_{14}=28$	12,8%	$Q_{15}=15$	6,8%
КГ $n_2=213$	$Q_{21}=14$	6,6%	$Q_{22}=111$	52,1%	$Q_{23}=60$	28,2%	$Q_{24}=15$	7%	$Q_{25}=13$	6,1%

Для підтвердження впливу розробленої комп'ютерно-орієнтованої методики навчання на формування досліджуваних умінь у майбутніх бакалаврів з КН було висунуто дві гіпотези: нульову та альтернативну.

Нульова гіпотеза H_0 : різниця рівнів підготовки студентів експериментальної та контрольної груп незначна.

Альтернативна гіпотеза H_1 : розподіл вибірок значно відрізняється, що є результатом впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Покажемо розрахування емпіричного значення критерію T для кожної з категорій: опанування студентами певних навчальних умінь (застосування процедур розв'язування різних типів диференціальних рівнянь першого порядку, вищих порядків та систем диференціальних рівнянь), формування в студентів уміння математичного моделювання й здатностей, що є необхідними для майбутньої професійної діяльності фахівців з ІТ, зокрема розвиток їхніх інформатичних компетентностей.

Обчислення емпіричного значення критерію T , що уможливорює аналіз рівнів застосування студентами процедур розв'язування ДР і їхніх систем, здійснювалось за формулою (2.13):

$$T = 219 \cdot 213 \cdot \left[\left(\frac{104}{219} - \frac{127}{213} \right)^2 / (104 + 127) + \left(\frac{100}{219} - \frac{74}{213} \right)^2 / (100 + 74) + \left(\frac{15}{219} - \frac{12}{213} \right)^2 / (15 + 12) \right] = 6,426$$

Для рівня значущості 0,05 та $L - 1 = 2$ критичне значення $\chi_{0,05}^2 = 5,99$, таким чином, $T > \chi_{0,05}^2$.

Аналіз сформованості вміння математичного моделювання було зроблено після застосування формули (12):

$$T = \frac{432 \cdot (141 \cdot 52 - 78 \cdot 161)^2}{219 \cdot 213 \cdot (141 + 160) \cdot (78 + 53)} = 6,442.$$

Для рівня значущості 0,05 та $L - 1 = 1$ критичне значення $\chi_{0,05}^2 = 3,84$, таким чином, $T > \chi_{0,05}^2$.

Підтвердження підвищення рівню сформованості інформатичних компетентностей забезпечувалось розрахунком:

$$T = 219 \cdot 213 \cdot \left[\left(\frac{11}{219} - \frac{14}{213} \right)^2 / (11 + 14) + \left(\frac{85}{219} - \frac{111}{213} \right)^2 / (85 + 111) + \left(\frac{80}{219} - \frac{60}{213} \right)^2 / (80 + 60) + \left(\frac{28}{219} - \frac{15}{213} \right)^2 / (28 + 15) + \left(\frac{15}{219} - \frac{13}{213} \right)^2 / (15 + 13) \right] = 10,658$$

Для рівня значущості 0,05 та $L - 1 = 4$ критичне значення $\chi_{0,05}^2 = 9,49$, таким

чином, $T > \chi_{0,05}^2$.

Отже, було відхилене нульову гіпотезу та прийнято альтернативну, а саме – значна різниця між результатами є наслідком впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Зазначені результати можуть бути проілюстровані гістограмами (рис. 2.34 – 2.39).

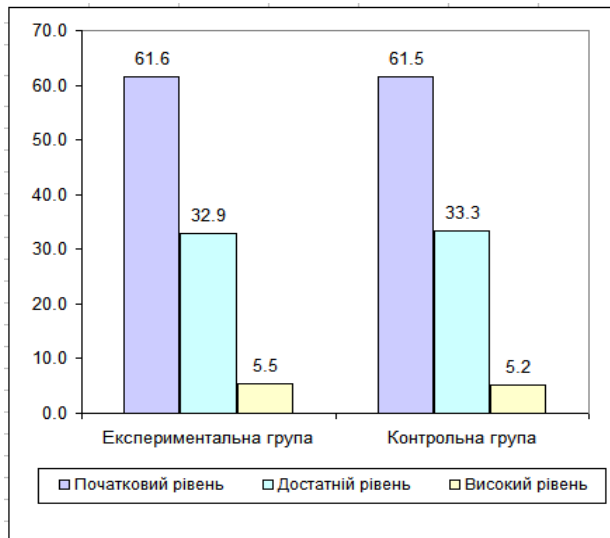


Рис. 2.34. Однорідність підготовки студентів ЕГ та КГ на початку експерименту

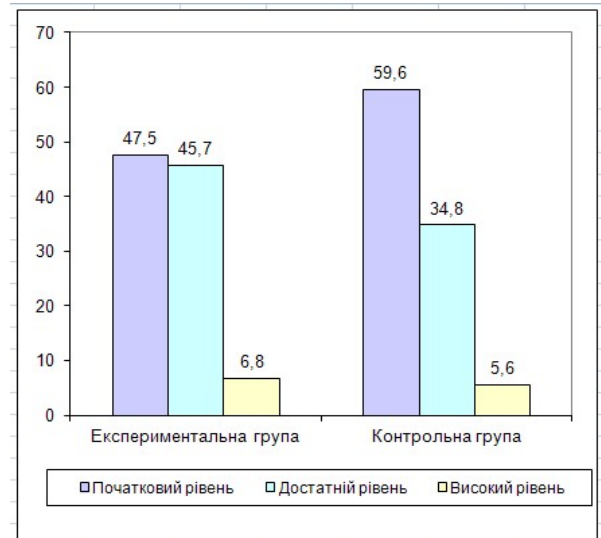


Рис. 2.35. Динаміка змін рівнів формування умінь застосування процедур студентів ЕГ та КГ після експерименту

Як видно з гістограм (рис. 2.34 – 2.35), відсоток студентів контрольної групи, що мають достатній та високий рівні формування умінь застосування процедур розв'язування ДР змінився не суттєво, загальна якість збільшилася на 1,8 %, в той час як у експериментальній групі відповідні показники зросли на 14,1 %.

З аналізу результатів (рис. 2.36 – 2.37) в експериментальній групі було виявлено позитивну динаміку у формуванні в студентів уміння математичного моделювання, зріст відсотку студентів з нормативний рівнем опанування вміння склав 9,8 %, і той час як у контрольній групі відповідний зріст склав лише 1,4 %.

З рисунків 2.38 – 2.39 видно, що на початку експерименту рівень експериментальної та контрольної групи майже не відрізнявся, а в кінці експерименту у експериментальній групі спостерігається перерозподіл

відсотків студентів на користь нормативного, високого та дуже високого рівнів. Загальний ріст склав 16 %.

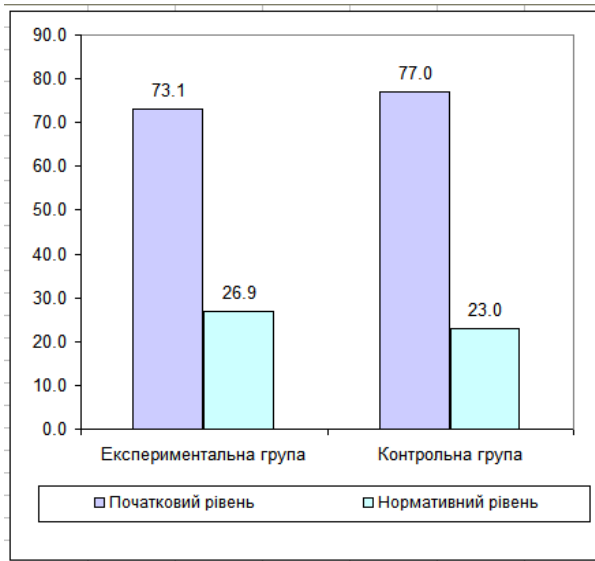


Рис. 2.36. Однорідність підготовки студентів з розв'язування завдань математичного моделювання ЕГ та КГ на початку експерименту

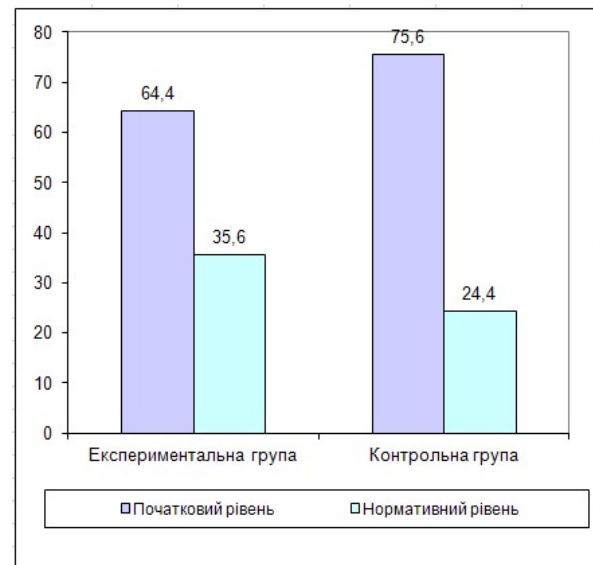


Рис. 2.37. Динаміка змін рівнів формування умінь математичного моделювання студентів ЕГ та КГ наприкінці експерименту

Аналізуючи одержані результати можемо зробити висновок про позитивну тенденцію зменшення кількості студентів з низьким та початковим рівнем за рахунок переходу їх до нормативного, достатнього та високого рівнів.

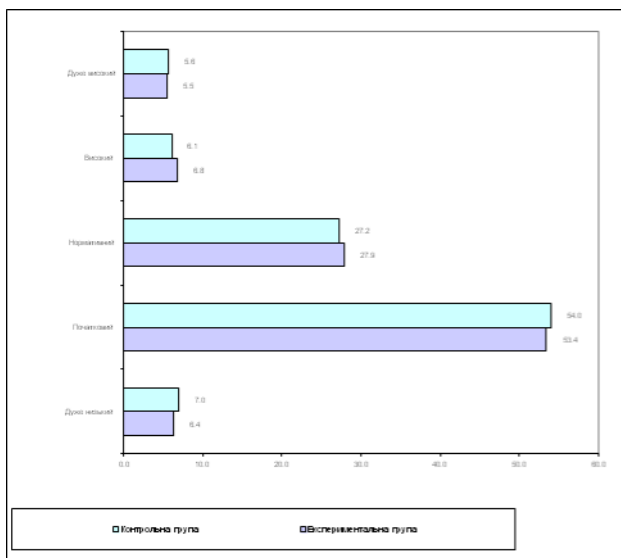


Рис. 2.38. Однорідність підготовки студентів з розв'язування завдань на сформованість інформатичних компетентностей студентів ЕГ та КГ на початку експерименту

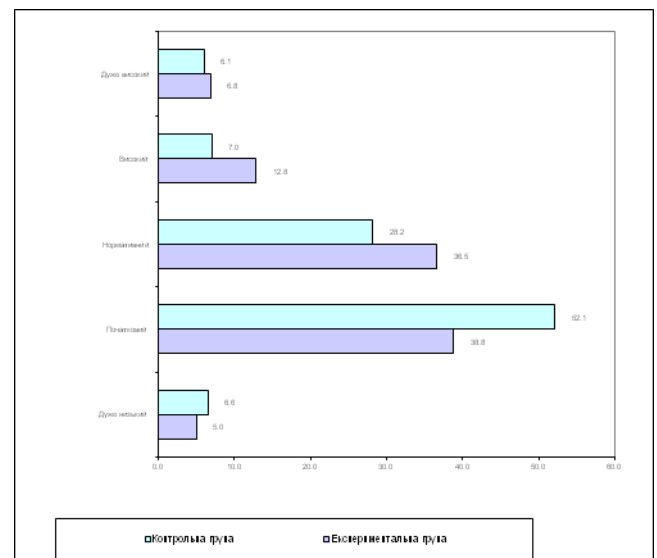


Рис. 2.39. Динаміка змін рівнів формування інформатичних компетентностей студентів ЕГ та КГ на початку та наприкінці експерименту

Отже, з аналізу результатів застосування комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання ДР, в експериментальній групі спостерігається значне покращення показників студентів порівняно з їхніми відповідними показниками на початку експерименту (рис. 2.40).

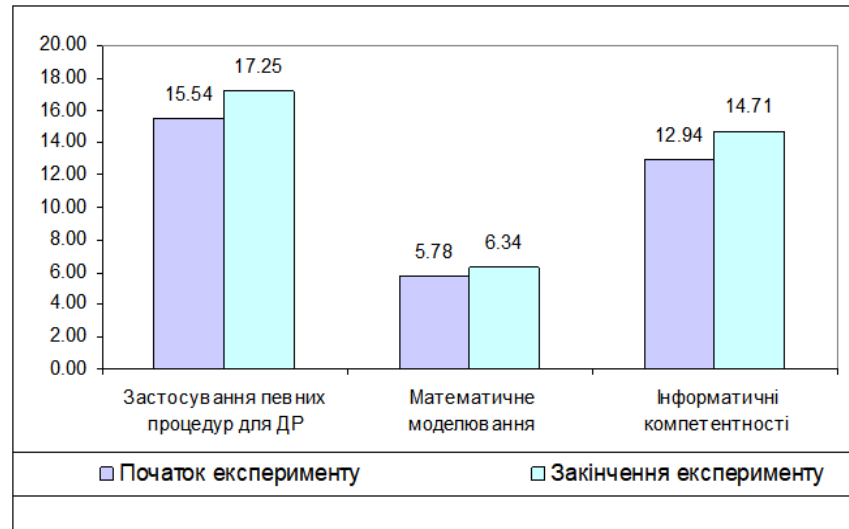


Рис. 2.40. Динаміка змін середніх оцінок студентів ЕГ під час експерименту

Таким чином, під час експерименту відбулася позитивна динаміка змін середніх оцінок студентів експериментальної групи. Так середня оцінка студентів із застосування процедур розв'язування ДР різних типів та їхніх систем зросла на 1,71 балів, оцінка уміння математичного моделювання покращилась на 0,56 балів, чисельні показники сформованості інформатичних компетентностей збільшились на 1,77 балів.

Крім того, було перевірено вплив розробленої комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР на організацію навчально-професійної діяльності майбутніх бакалаврів з КН, на результативність якої, за О. Е. Коваленко [163], мають вказувати такі якості сформованості дій (п. 1.2), як-от кмітливість, усвідомленість, узагальненість, критичність, засвоєність та надійність. Формування цих якостей у дослідженні відбувалось під час етапів формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій у майбутніх фахівців з ІТ у процесі навчання ДР.

З цією метою на базі Інституту Хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля та Донбаської державної машинобудівної академії було відібрано відповідно 32 студента експериментальної та 33 студента контрольної груп. Після III семестру було проведено оцінювання параметрів, що визначають якість сформованості матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій у контрольній та експериментальній групах. До розгляду було запропоновано такі характеристики сформованості дій, як:

P_1 – кмітливість (розуміння зв'язків, уміння доводити, здатність застосовувати уміння);

P_2 – усвідомленість (усвідомлення отриманих умінь як основи для формування інших);

P_3 – узагальненість (відповідність структури опанованих знань структурі наукових теорій);

P_4 – критичність (уміння встановлювати суттєві зв'язки між поняттями, що опановують ся);

P_5 – засвоєність (готовність застосовувати отримані вміння в подібних варіативних ситуаціях);

P_6 – надійність (тривалість збереження умінь у пам'яті, відтворення їх у разі потреби).

Для перевірки під час аудиторного заняття було проведено підсумкове тестування студентів (див. додаток 3) з подальшим обговоренням виконаних завдань у вигляді співбесіди. Способи вимірювання кожного з наведених параметрів опишемо нижче.

Параметр P_1 (кмітливість) вимірювали як відносну кількість розв'язаних завдань на обґрунтування тих чи інших висновків (завдання 7-9,12, 16, 18-19, 21-22, 28) при виконанні підсумкового тестування, що охоплює увесь курс диференціальних рівнянь.

Параметри P_2 (усвідомленість) та P_3 (узагальненість) оцінювались безпосередньо під час опитування та обговорення зі студентами їхніх результатів за наступною шкалою відповідно до параметрів: 1 – параметр

спостерігається, 0,5 – параметр спостерігається частково, 0 – параметр не спостерігається (обговорювалися всі завдання).

Для з'ясування сформованості критичності P_4 відстежували відносну кількість правильних відповідей на запитання, що вимагають встановлення суттєвих зв'язків між поняттями диференціальних рівнянь (розглядалися усі завдання) та потребують від студентів застосування певних евристичних прийомів: аналізу, узагальнення, варіювання даними тощо.

Засвоєність P_5 оцінювалась як відносна кількість розв'язаних варіативних завдань (враховувалися усі завдання, крім 1-2, 4, 6, 9, 11, 15 та 25).

Параметр P_6 (надійність) оцінювався за допомогою повторного проведення підсумкового тестування, що було відстрочено в часі (перевірка проводилась після канікул на початку наступного семестру). В якості значення цього параметра було вибрано відносну кількість правильно розв'язаних задач.

Результати вимірювання характеристик сформованості дій P_i ($i = \overline{1;6}$) (їхні вибіркові середні) у контрольній та експериментальній групах наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.11

Результати вимірювань характеристик сформованості дій

Параметри знань	Групи	
	ЕГ (32 студента)	КГ (33 студента)
P_1 – кмітливість	0,78	0,49
P_2 – усвідомленість	0,81	0,63
P_3 – узагальненість	0,71	0,49
P_4 – критичність	0,67	0,54
P_5 – засвоєність	0,78	0,51
P_6 – надійність	0,62	0,43

Більше значення параметрів P_i ($i = \overline{1;6}$) свідчить про більш високий рівень відповідної характеристики сформованості дій.

Відповідно результати таблиці 2.11 графічно представлені на діаграмі (рис. 2.41).

З діаграми видно суттєву різницю між рівнями сформованості дій студентів експериментальної та контрольної груп. Різниця вибірових середніх рівнів сформованості дій у експериментальній та контрольній групі становила: за параметром кмітливість – 0,29, за параметром усвідомленість – 0,18, узагальненість – 0,22, критичність – 0,13, засвоєність – 0,27, надійність – 0,19.

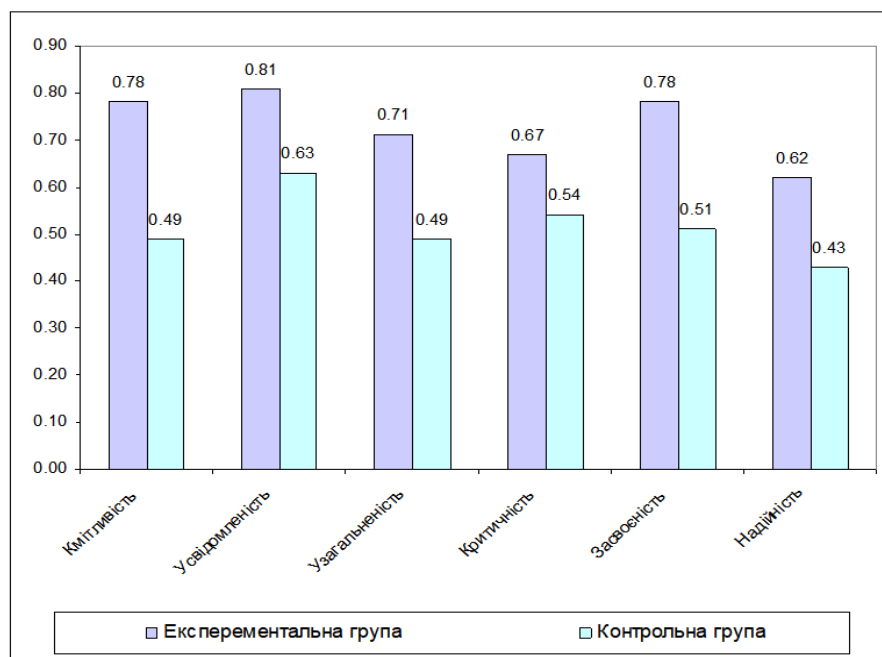


Рис. 2.41. Порівняльна характеристика рівнів сформованості дій студентів ЕГ та КГ

Аналіз отриманих результатів підтвердив гіпотезу про те, що впровадження розробленої методики навчання позитивно впливає на опанування майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій ДР.

Висновки до розділу 2

1. З'ясовано, що результативність використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН залежить від їхнього обґрунтованого й гармонійного інтегрування у даний процес. Дослідження процесу навчання ДР як окремої дисципліни та як розділу вищої математики забезпечило удосконалення існуючих і створення новітніх можливостей для викладання і опанування дисципліни. Основою для інформатизації процесу опанування майбутніми фахівцями з ІТ диференціальних

рівнянь стала розробка і широке впровадження в нього комп'ютерно-орієнтованої методики навчання, що сприяла організації комп'ютерно-орієнтованого теоретичного і практичного навчання, управлінню самостійною діяльністю майбутніх бакалаврів.

2. Обґрунтовано доцільність доповнення змісту навчання ДР систематизованими завданнями, серед яких практичні та професійно орієнтовані. Комп'ютерно-орієнтований супровід розв'язування таких завдань забезпечив виявлення резервів для упровадження в навчальний процес комп'ютерно-орієнтованих технологій як діяльнісного фундаменту формування в майбутніх фахівців з ІТ вмінь застосування процедур розв'язування ДР, математичного моделювання та їхніх інформатичних компетентностей. Систематизація завдань п'яти типів за рівнями складності сприяла перетворенню зовнішніх цілей студентів у внутрішні під час організації аудиторної і самостійної навчально-професійної діяльності.

3. Організація навчально-професійної діяльності та її управління здійснювалась через навчальний сайт, концепція розробки якого забезпечила зв'язок студентів із викладачем у синхронному й асинхронному режимах, із сервісами онлайн-калькуляторів, систем комп'ютерної математики, із програмними засобами візуалізації даних і результатів розв'язування завдань. Комп'ютерний супровід етапів формування матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій майбутніх бакалаврів з КН забезпечив результативність їхнього навчання ДР через раціональну організацію навчально-професійної діяльності, залучення усіх видів їхньої чуттєвої перцепції студентів, відкритість системи тренувальних вправ й індивідуалізацію навчального процесу. Кожен з модулів розробленого сайту уможливив залучення викладачем під час лекційних і практичних занять традиційних й комп'ютерно-орієнтованих організаційних методів навчання. Останні сприяли реалізації модернізованих методів навчальної діяльності, зокрема методів актуалізації знань, контролю навчально-пізнавальної діяльності, методів закріплення та застосування вивченого навчального матеріалу. Складники сайту забезпечили плідність співпраці

викладача зі студентами та студентів між собою під час аудиторної і самостійної навчально-професійної діяльності та уможливили переходи від фронтальної до групової й індивідуальної форм навчальної діяльності через використання локальних пристроїв відтворення цифрової інформації: персональних комп'ютерів, планшетів, смартфонів тощо.

Кожна з форм навчання супроводжувалась контрольованим (із зворотнім зв'язком) засвоєнням нових знань, їхнім закріпленням, формуванням усвідомлених розумових дій аналізу, систематизації й узагальнення навчального матеріалу.

4. Розробка і експериментальне впровадження розробленої методики навчання відбувалось під час констатувального, пошукового, формувального етапів. Аналіз результатів констатувального етапу експерименту показав низькі рівні сформованості в студентів умінь застосування певних процедур розв'язування ДР, уміння математичного моделювання. 61% студентів відповідав дуже низькому та початковому рівню сформованості інформатичних компетентностей.

Пошуковий етап педагогічного експерименту уможливив розробку й корегування комп'ютерно-орієнтованої методики навчання та створення комп'ютерно-орієнтованого супроводу аудиторного навчання ДР та самостійної роботи студентів. Залучення комп'ютерно-орієнтованих технологій повинно бути системним, але мати певні обмеження. Під час підготовки до занять і консультацій викладач має можливість спланувати залучення комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання, що складають контент розробленого сайту <http://difur.in.ua/>. За такого підходу є можливість враховувати індивідуальні особливості студентів, формуючи їхні інформатичні компетентності, надавати навчально-професійній діяльності під час навчання ДР дослідницького характеру, сприяти підвищенню якості підготовки студентів через залучення професійної мови та засобів, що супроводжують працю майбутніх фахівців з ІТ.

Результативність реалізації комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ підтвердилася під час формувального етапу експерименту. Використання анкетувань, контрольних робіт, завдань-кейсів, математичних тестів, сертифікаційного тесту Digital Literacy від компанії Microsoft Corporation, непараметричного критерію згоди χ^2 забезпечило вірогідність отриманих результатів впровадження розробленої методики. Було підтверджено, що впровадження КОМН у навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН сприяло позитивній динаміці рівнів сформованості умінь використання процедур розв'язування ДР та їхніх систем, уміння математичного моделювання. Рівень сформованості цих умінь і рівень розвитку інформатичних компетентностей майбутніх фахівців в експериментальній групі порівняно із контрольною групою має статистично значущі відмінності, що зумовлені застосуванням розробленої комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Основні результати другого розділу опубліковані в роботах [87], [90], [91], [93], [94], [96], [268], [270], [274], [296].

ВИСНОВКИ

У дисертації представлено теоретичне обґрунтування та розв'язання проблеми створення і впровадження комп'ютерно-орієнтованої методики навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій й отримано такі **результати**:

– досліджено стан опрацювання проблеми навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ у сучасних психолого-педагогічних, науково-методичних джерелах та в практиці роботи закладів вищої освіти;

– проаналізовано досвід використання комп'ютерно-орієнтованих технологій під час навчання математичних дисциплін студентів закладів вищої освіти, з'ясовано психолого-педагогічні й методичні передумови застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій у ході навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з КН;

– запропоновано цілі, зміст, методи, засоби та організаційні форми навчання, сукупність яких становитиме основу комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ;

– виконано експериментальну перевірку результативності розроблених компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР майбутніх фахівців з ІТ.

Відповідно до мети та завдань дослідження, його результати вможливили формулювання концептуальних **висновків**:

1. Теоретичний аналіз стану навчання вищої математики майбутніх фахівців з ІТ у сучасних педагогічних, науково-методичних джерелах та в практиці роботи закладів вищої технічної освіти підтвердив, що впровадження комп'ютерно-орієнтованих технологій у процес навчання ДР певним чином змінює традиційну дидактичну систему: урахування особливостей навчання ДР як розділу вищої математики та як окремої дисципліни; організація навчально-професійної діяльності студентів; забезпечення навчальної інтерактивності під час аудиторного й самостійного опанування майбутніми фахівцями дисципліни

через домінування методів активного навчання; залучення можливостей як синхронного, так і асинхронного навчання.

2. Представлені психолого-педагогічні основи навчання ДР довели, що створена методика навчання має бути комп'ютерно-орієнтованою. Завдяки комплексному впливу таких технологій на органи відчуттів майбутніх фахівців з ІТ, що інформаційно живлять їхню першу сигнальну систему й забезпечують багатоканальне сприймання навчальних повідомлень, студенти починають усвідомлювати великий обсяг навчального матеріалу, що має достатньо високий рівень абстракції, можна брати до уваги брак у студентів досвіду застосування математичної символіки, нерозвиненість їхнього мислєдіяльнєсного інструментарію, який є прерогативою другої сигнальної системи. Крім того, залучення рекомендованих технологій сприяє врахуванню психологічних особливостей студентського віку та характеристики соціальної групи, до якої входять майбутні фахівці з ІТ.

3. Обґрунтовано доцільність поетапного навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН через формування в них матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій. Дотримання зазначених етапів узгоджене з педагогічними засадами проектування навчально-професійної діяльності майбутніх бакалаврів з КН.

Опанування майбутніми фахівцями з ІТ дисципліни під час етапів матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій стає можливим з огляду на залучення комп'ютерно-орієнтованого супроводу навчання ДР, що забезпечує структуроване подання навчального матеріалу, його перебудову за певною схемою чи процедурою; допомагає створити мультисенсорне інтерактивне навчальне середовище для усвідомленого сприйняття й розуміння студентами досліджуваного процесу, виконання його математичного опису; зважає на індивідуальні особливості та потенціал майбутніх бакалаврів із засвоєння навчального матеріалу; сприяє викладачеві в організації проблемних ситуацій та управлінні навчально-професійною діяльністю студентів під час аудиторного й самостійного навчання.

4. Аналіз методичних передумов комп'ютерно-орієнтованого навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН засвідчив, що швидкий доступ студентів до систематизованих завдань і засобів, які мають супроводжувати процес їх розв'язування, можна забезпечити через використання навчального сайту, концепція створення якого спрямована на впровадження технологій добору змісту, методів, форм і засобів навчання ДР, з'ясування зв'язків між елементами методики навчання, налагодження соціальної взаємодії як між студентом та викладачем, так і власне між студентами.

5. Підтверджено, що дотримання певних принципів особистісно орієнтованого, діяльнісного, компетентнісного й системного підходів до навчання зумовлює коригування цілей, змісту, методів, форм і засобів навчання, що є складниками комп'ютерно-орієнтованої методики навчання.

Скореговані цілі навчання ДР студентів, які опановують спеціальність КН, забезпечують результати, що полягають у сформованості вмінь майбутніх бакалаврів застосовувати процедури розв'язування різних типів ДР та їхніх систем, моделювати певні процеси за допомогою ДР, використовувати програмні засоби під час розв'язування завдань на дослідження властивостей математичних моделей, розроблення й аналіз алгоритмів функціонування комп'ютеризованих систем. Зміст навчання ДР, доповнений систематизованими завданнями та професійно орієнтованими моделями реальних проблемних ситуацій, сприяє поетапному формуванню матеріалізованих, мовленнєвих і розумових дій студентів. Створені засоби навчання передбачають використання комп'ютерно-орієнтованого супроводу через застосування матеріалів навчального сайту, що завдяки започаткованій концепції забезпечують теоретичне й практичне навчання дисципліни на аудиторних заняттях, а також управління самостійною навчально-професійною діяльністю студентів. Розроблені засоби комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання дають викладачеві змогу комбінувати традиційні та інноваційні методи й форми навчання, сприяючи переходові до більш діяльних та роблячи їх комп'ютерно-орієнтованими.

6. Експериментальна перевірка ефективності розроблених компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики навчання ДР підтвердила висновки про результативність її впровадження в навчальний процес майбутніх фахівців з ІТ, що засвідчують статистично значущі позитивні зміни в рівнях сформованості вмінь студентів ЕГ застосовувати процедури розв'язування ДР (порівняно зі студентами, відбулося покращення в середньому на 12,1 %). Рівень сформованості вміння математичного моделювання студентів досліджуваної спеціальності в ЕГ на 11,2 % вищий, ніж у КГ; рівень сформованості інформатичних компетентностей відрізняється на 14,9 %.

7. Підсумовано, що розроблена комп'ютерно-орієнтована методика навчання, контент створеного сайту «Диференціальні рівняння» і навчально-методичний посібник «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь» можуть бути використані викладачами ЗВТО під час навчання ДР майбутніх бакалаврів з КН, студентами, які опановують спеціальність КН, викладачами закладів вищої педагогічної освіти з метою підготовки викладачів математичних дисциплін для ЗВТО.

Отримані результати дали змогу виокремити напрями подальших досліджень із розроблення комп'ютерно-орієнтованих методик навчання математичного аналізу, алгебри й геометрії, рівнянь математичної фізики, функціонального аналізу майбутніх фахівців з ІТ.

Список використаних джерел

1. Abhijit K. The Ten Commandments of eLearning [Electronic resource]. / Kadle Abhijit. – Electronically data – URL : <http://www.upsidelearning.com/blog/index.php/2009/05/08/theten-commandments-of-elearning/> (date of the application : 06.10.2013) – Title from screen.
2. Adams J. E-learning offer myriad opportunities for rapid talent development [Electronic resource] / J. Adams. – Electronically data – URL : <http://yellowedge.files.wordpress.com/2008/03/adams.pdf> (date of the application : 14.06.2013) – Title from screen.
3. Advances in Difference Equations [Electronic resource]: [Web site]. – Electronically data – URL : <http://advancesindifferenceequations.springeropen.com/> (date of the application : 28.08.2015) – Title from screen.
4. Alabi O. Gibbs Computational Simulation as a Teaching Tool for Students' Understanding of Thermodynamics of Materials Concepts / O. Alabi, A. J. Magana and R. E. García // Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA, 2015. – Vol. 37, Num. 5–6. – P. 239–254.
5. Antonietti A. Teachers beliefs about learning from multimedia [Electronic resource]. / A. Antonietti, M. Giorgett. – Electronically data – URL : www.elsevier.com/locate/comphumbeh – (date of the application : 28.03.2015) – Title from screen.
6. Attewell J. Mobile technologies and learning: A Technology Update and m-Learning Project Summary / Jill Attewell. – London: Learning and Skills Development Agency, 2005. – 25 p.
7. Barwice J. Computers and mathematics (Editorial notes) / J. Barwice // Notices of the American Mathematical Society. – 1992. – Vol. 37, Num.8. – P. 1016–1018.
8. Blurton C. New directions in Education [Electronic resource]. / Craig Blurton // Communication, Information and Informatics Sector / World Communication and Information Report 1999-2000. – [1999]. – P. 46–61. – Electronically data –

- URL : http://www.unesco.org/webworld/wcir/en/pdf_report/chap2.pdf – (date of the application : 19.07.2015) – Title from screen.
9. Bonk C.J. Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs / C. J. Bonk, C. R. Graham. – San Francisco, CA : Pfeiffer, 2005. – P. 3–21.
 10. Caprile M. Encouraging STEM studies / M. Caprile, R. Palmén, P. Sanz, G. Dente // Labour Market Situation and Comparison of Practices Targeted at Young People in Different Member States, Manuscript completed in March, 2015. – 44 p.
 11. Castro M. S. Incorporation of Information and Communication Technologies (ICTS) in Materials Engineering / M. S. Castro, M. M. Reboledo, M. A. Fanovich // University of Mar del Plata (UNMdP) , Argentina, 2014. – Vol. 36, Num. 1–2. – P. 1–10.
 12. CHIME Lab [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – URL : <http://chime.stanford.edu/> (date of the application : 18.07.2015) – Title from screen.
 13. Collis B. Flexible learning in a digital world: experiences and expectations / Betty Collis, Jef Moonen. – London : Kogan Page Limited, 2001. – 231 p.
 14. CosmoLearning [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – URL : <https://cosmolearning.org/courses/calculus-differential-equations-499/video-lectures/> (date of the application : 10.05.2015) – Title from screen.
 15. Digital Literacy [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – Microsoft, 2012 – 2017 – URL : <https://www.microsoft.com/ru-ru/digitalliteracy/curriculum4.aspx#computerbasics/> (date of the application : 23.10.2014) – Title from screen.
 16. Driscoll M. Blended Learning в K-12 / Definition [Electronic resource] / M. Driscoll. – Electronically data – URL : http://en.wikibooks.org/wiki/Blended_Learning_in_K-12/Definition (date of the application : 13.11.2014) – Title from screen.
 17. Garrison D. R. Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines / D. Randy Garrison, Norman D. Vaughan // Jossey-Bass. – 2007. – 272 p.

18. Goos M. High-Technology Employment in the European Union / M. Goos, I. Hathaway, J. Konings and M. Vandeweyer // Discussion paper, no 4, Vives, Leuven, – 2013. – 144 p.
19. Greenfield S. Tomorrow's People : How 21st Century Technology is Changing the Way we Think and Feel / S. Greenfield. – London : Allen Lane, 2003. – 304 p.
20. Harvey J. G. Mathematics Testing with Calculators: Ransoming the Hostages / John G. Harvey // Mathematics assessment and evaluation : Imperatives for mathematics educators / Edited by Tomas A. Romberg. – New York : State University of New York, 1992. – P. 139–168.
21. Heinze A. Reflections On The Use Of Blended Learning [Electronic resource]. / A. Heinze. – Electronically data – URL : http://www.ece.salford.ac.uk/proceedings/Electronically_papers/ah_04.rtf (date of the application : 17.06.2014) – Title from screen.
22. Hovland C. I. Effects of the mass media of communication. In Handbook of Social Psychology / C. I. Hovland, G. Lindzey. – Cambridge, Mass. : Addison-Wesley, 1954. – Vol. 2. – P. 1062–1103.
23. Interactive Differential Equations [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – URL : <http://www.aw-bc.com/ide/idefiles/navigation/main.html/> (date of the application : 15.05.2014) – Title from screen.
24. Interactive Mathematics [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – URL : <http://www.intmath.com/> (date of the application : 18.03.2014) – Title from screen.
25. Joyce A. Stimulating interest in STEM careers among students in Europe: Supporting career choice and giving a more realistic view of STEM at work [Electronic resource]. / A. Joyce. – European Schoolnet, Brussels, 2014. – Electronically data – URL : http://www.educationandemployers.org/wpcontent/uploads/2014/06/joyce__stimulating_interest_in_stem_careers_among_students_in_europe.pdf / (date of the application : 13.08.2015) – Title from screen.

26. Ken Neo T. K. Interactive multimedia education : Using Authorware as an instructional tool to enhance teaching and learning in the Malaysian classroom / T. K. Ken Neo, Mai Neo. – Num. 5. – C. 80–94.
27. Khan Academy [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – URL : <https://www.khanacademy.org/math/differential-equations> (date of the application : 04.09.2014) – Title from screen.
28. Knuth D. E. Computer Science and its relation to Mathematics. [Electronic resource]. / D. E. Knuth. – Electronically data – URL : http://www.wm.amc12.org/sites/default/files/pdf/upload_library/22/Ford/DonaldKnuth.pdf (date of the application : 08.05.2014) – Title from screen.
29. Larson L. C. Developing an Integrated College Audio-Visual Program / L. C. Larson // The Phi Delta Kappan : Feb., 1957. Raising Hob with the Status Quo. A Special Issue Devoted to Problems of Higher Education in a Period of Rapid Growth. – Vol. 38, Num. 5. –P. 211–221.
30. Leighton T. Mathematics for Computer Science [Electronic resource]. / Tom Leighton. – Electronically data – URL : http://ocw.mit.edu/courses/audio-video-courses/#_health-sciences-and-technology (date of the application : 29.02.2016) – Title from screen.
31. MathWorks [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – URL : <http://www.mathworks.com/academia/courseware/learn-differential-equations.html?requestedDomain=www.mathworks.com> (date of the application : 29.01.2015) – Title from screen.
32. mathprof.ru [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – URL : http://www.mathprofi.ru/lekcii_po_vysshei_matematike.html (date of the application : 21.05.2014) – Title from screen.
33. Mell P. The NIST Definition of Cloud Computing (Draft) Recommendations of the National Institute of Standards and Technology Computer Security Division Information Technology Laboratory National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, MD 20899-8930 / P. Mell, T. Grance. –January 2011. – 7 p.

34. Moore J. L. E-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? [Electronic resource]. / Joi L Moore., Camille Dickson-Deane, Krista Galyen. – Electronically data – URL : <https://scholar.vt.edu/access/content/group/5deb92b5-10f3-49dbadeb-7294847f1ebc/e-Learning%20Scott%20Midkiff.pdf> (date of the application : 19.10.2014) – Title from screen.
35. Notes on Diffy Qs: Differential Equations for Engineers [Electronic resource] : [Web site]. – Electronically data – URL : <http://www.jirka.org/diffyqs/> (date of the application : 11.07.2014) – Title from screen.
36. Osborne J. Science Education in Europe: Critical Reflections [Electronic resource]. / J. Osborne, J. Dillon. – Nuffield Foundation, London, 2008. – Electronically data – URL : http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf (date of the application : 17.09.2012) – Title from screen.
37. Pea R. D. Cognitive technologies for mathematics education / Roy D. Pea // Cognitive science and mathematics education, 1987. – C. 89–122 p.
38. Prados J. W. Engineering Education in the United States: Past, Present, and Future / John W. Prados // International Conference on Engineering Education (ICEE-98) (Rio de Janeiro, Brazil, August 17 – 20, 1998), 1998. – 9 p.
39. Professional test Digital Literacy [Electronic resource]. – Electronically data – U Microsoft, 2012-2017. – RL : <https://www.microsoft.com/ru-ru/digitalliteracy/curriculum4.aspx#computerbasics/> (date of the application: 23.10.2014) – Title from screen.
40. Professional WordPress Plugin Development. Brad Williams, Ozh Richard, Justin Tadlock. Published by Wiley Publishing (Canada), 2011, ISBN: 978-0-470-91622-3.
41. Shader J. Characterization of Classes of Singular Linear Differential-Algebraic Equations / J. Shader // The Electronic Journal on Linear Algebra, 2005. – Vol. 13. –P. 359–386.

42. Schaie K. W. Toward a stage theory of adult cognitive development / K. W. Schaie // *Journal of Aging and Human Development*, 1977. – Vol. 8. – P. 129–138.
43. Scott Adam D. *WordPress for Education* / Adam D. Scott. – Birmingham : Packt Publishing Ltd, 2012. – 144 p. – ISBN 978-1-84951-820-8.
44. Tami L. Methods of teaching a computer science course for prospective teachers [Electronic resource]. / Lapidot Tami, Hazzan Orit. – Electronically data – URL : http://www.researchgate.net/publication/220612852_Methods_of_teaching_a_computer_science_course_for_prospective_teachers (date of the application : 12.03.2015) – Title from screen.
45. The Institute for the Future of the Mind [Electronic resource]. – Electronically data – URL : <http://www.futuremind.ox.ac.uk/> (date of the application : 21.01.2015) – Title from screen.
46. Unesco Institute for Education [Electronic resource]. – Electronically data – URL : <http://docslide.net/category/education.html> (date of the application : 24.02.2015) – Title from screen.
47. Vlasenko K. The design of the components of a computer-oriented metodical system of teaching differential equations of future information technology spesialists / K.Vlasenko, N. Rotaneva, I. Sitak // *International Journal of Engineering Research and Development*. Vol. 12. – Issue 12 (December 2016). – P. 09–16.
48. Абалуев Р. Н. Интернет-технологии в образовании : Учебно-методическое пособие. Часть 3 / [Р. Н. Абалуев, Н. Е. Астафьева, Н. И. Баскакова и др.] – Тамбов, Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 136 с.
49. Абульханова-Славская К. А. Социальное мышление личности : проблемы и стратегии исследования / К. А. Абульханова-Славская // *Психологический журнал*. – 1994. – №4. – С. 39–55.
50. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий. Учебная книга для преподавателей ВУЗов, техникумов и училищ, учителей школ, гимназий и

- лицеев, для студентов и аспирантов педагогических ВУЗов / В. С. Аванесов. – М. : Центр тестирования, 2002. – 240 с.
51. Ананьев Б. Г. Человек как предмет познания / Б. Г. Ананьев. – СПб. : Питер, 2001. – 288 с.
52. Андрієвська В. М. Комп'ютер у школі / В. М. Андрієвська // Вісник ЛНПУ ім. Т. Шевченка : [зб. наук. праць]. – 2006. – №2 (97). – С. 6–10.
53. Анисова Т. Л. Методика формирования математических компетенций бакалавров технического вуза на основе адаптивной системы обучения : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Татьяна Леонидовна Анисова; Московский городской педагогический университет. – Москва, 2013. – 24 с.
54. Артемов В. Ю. Особистісно-орієнтований підхід та модель світу інформаційного аналітика / В. Ю. Артемов // Педагогічний процес : теорія і практика : зб. наук. пр. / Ін-т педагогіки і психології професійної освіти АПН України, Благодійний фонд ім. А. Макаренка; голов. ред. С. Сисоєва. – Київ : ЕКМО, 2005. – Вип. 2. – С. 15–21.
55. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М. : Высш. шк., 1980. – 367 с.
56. Асланов Р. М. Гуманитарный потенциал профессионально ориентированного курса дифференциальных уравнений в педвузе: монография / Р. М. Асланов. – М. : Прометей, 1996. – 129 с.
57. Афанасьев В. Г. Основы философских знаний / В. Г. Афанасьев. – М. : Мысль, 1968. – 351 с.
58. Бабанский Ю. К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе / Ю. К. Бабанский. – М. : Просвещение, 1985. – 208 с.
59. Байденко В. И. Компетенции в профессиональном образовании (К усвоению компетентного подхода) / В. И. Байденко // Высшее образование в России. – 2004. – № 11. – С. 3–13.

60. Балик Н. Р. Моделі впровадження електронного навчання у педагогічному університеті [Електронний ресурс]. / Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2016. – № 2. – С. 10–14. – Електронні дані – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp_2016_2_3 (дата звернення : 26.10.2016) – Назва з екрану.
61. Барон Н. С. Люди, в которых мы превращаемся: цена постоянного нахождения на связи / Н. С. Барон // Информационное общество. – 2010. – № 5. – С. 20.
62. Бас С. В. Формування предметної компетентності у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей: дис...канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Світлана Віталіївна Бас; Криворізький національний університет. – Кривий Ріг, 2015. – 195 с.
63. Бахусова Е. В. Методические особенности преподавания дисциплины «Элементы теории нечетких множеств» для IT-специалистов / Е. В. Бахусова // Тенденции и перспективы развития математического образования: материалы XXXIII международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов, посвященного 100-летию ВятГГУ. – Киров, Изд-во ВятГГУ : ООО Радуга-ПРЕСС, 2014. – С. 136–137.
64. Безрукова В. С. Педагогика. Проективная педагогика : учебник для индустриально-педагогических техникумов и для студентов инженерно-педагогических специальностей / В. С. Безрукова. – Екатеринбург : Деловая книга, 1999. – 329 с.
65. Беликов В. А. Философия образования личности : деятельностный аспект / В. А. Беликов. – М. : ВЛАДОС, 2004. – 356 с.
66. Беспалько В. П. О возможностях системного подхода в педагогике / В. П. Беспалько // Советская педагогика. – 1990. – № 7. – С. 59–60.

67. Беспалько В. П. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов : учебно-методическое пособие / В. П. Беспалько. — М. : Высшая школа, 1989. — 144 с.
68. Биков В. Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти [Електронний ресурс]. / В. Ю. Биков // Інформаційні технології і засоби навчання – 2010. – № 1(15). – Електронні дані – Режим доступу : <http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em15/emg.html> (дата звернення : 20.03.2015) – Назва з екрану.
69. Біляй І. М. Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання майбутніх вчителів математики окремих розділів математичних основ інформатики (стохастики) : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Іванна Михайлівна Біляй; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2016. – 173 с.
70. Богданов Ю. С. Лекции по дифференциальным уравнениям: учебное пособие / Ю. С. Богданов. – Минск : Вышэйш. шк., 1977. – 239 с.
71. Богданов Ю. С. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / Ю. С. Богданов, Ю. Б. Сыроид. – Минск : Вышэйш. шк., 1983. – 239 с.
72. Бойко Е. И. Время реакции человека / Е. И. Бойко. – М. : Наука, 1964. – 345 с.
73. Богомолов А. И. О мерах совершенствования математического образования в вузах / А. И. Богомолов // Сб. научно-методических статей по математике. – 1974. – Вып. 4. – С. 3–7.
74. Богоявленская Д. Б. Психология творческих способностей / Д. Б. Богоявленская. – М. : Академия, 2002. – 320 с.
75. Бондар В. І. Дидактика / В. І. Бондар. – Київ : Либідь, 2005. – 264 с.
76. Бондаренко З. В. Вища математика. Диференціальні рівняння (з комп'ютерною підтримкою) / З. В. Бондаренко, В. І. Клочко : Навч. пос. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 252с.

77. Бондаренко З. В. Вплив нових інформаційних технологій на зміст курсу «Диференціальні рівняння» / З. В. Бондаренко // Нова педагогічна думка. – 2004. – №1. – С.116–118.
78. Бондаренко З. В. Методика навчання інформаційних технологій розв’язування диференціальних рівнянь у технічних університетах : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія и методика навчання (інформатика) / Злата Василівна Бондаренко; Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2010. – 22 с.
79. Борисенко М. Ю. Формування творчості: методи та форми / М. Ю. Борисенко // Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 11 – 13 травня 2011 р. – Київ. : НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2011. – С. 28–29.
80. Бочар Ю. І. Аналіз змісту навчання комп’ютерних графічних систем майбутніх інженерів-педагогів комп’ютерного профілю [Електронний ресурс]. / Ю. І. Бочар // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : збірник наукових праць. – Електронні дані – Режим доступу : <http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/Bochar.pdf> (дата звернення : 25.09.2015) – Назва з екрану.
81. Брушлинский А. В. Деятельность субъекта как единство теории и практики / А. В. Брушлинский // Психологический журнал. – 2000. – Т. 21, № 6. – С. 5–11.
82. Брюханова Н. О. Основи педагогічного проектування в інженерно-педагогічній освіті: монографія / Н. О. Брюханова; Укр. інж.-пед. акад. – Харків : НТМТ, 2010. – 438 с.
83. Вакджира М. Б. Формирование исследовательской деятельности студентов технических вузов в обучении математике на основе наглядного моделирования : дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Мерчия Балча Вакджира; Российский университет дружбы народов. – Москва, 2014 – 163 с.

84. Вентцель Е. С. Обучение прикладной математике / Е. О. Вентцель // Сб. научно-методических статей по математике. – 1976. – Вып. 6. – С. 3–7.
85. Вінник М. О. Використання інформаційних технологій в науково-дослідній роботі майбутніх інженерів програмістів / М. О. Вінник // Інформаційні технології в освіті. – 2014. – № 18. – С.132–138.
86. Вітюк О. І. Формування професійної компетентності та базових компетенцій молодших спеціалістів у коледжах [Електронний ресурс] / О. І. Вітюк // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми. – 2013. – Вип. 36. – С. 100–104. – Електронні дані – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn_2013_36_24 (дата звернення : 15.11.2015) – Назва з екрану.
87. Власенко К. В. Експериментальна перевірка результативності впровадження методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак // Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції до 70-річчя кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М. П. Драгоманова (11 – 13 травня 2017 р., м. Київ). – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2017 – С. 98–99.
88. Власенко К. В. Забезпечення наступності під час комп'ютерно орієнтованого навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак // Реалізація наступності в математичній освіті: реалізації та перспективи : зб. наук. праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції, 15 – 16 вересня 2016 р. / Міністерство освіти і науки України, ДЗ ПНПУ імені К. Д. Ушинського [та ін.]. – Харків : Вид-во Ранок, 2016. – С.150–152.
89. Власенко К. В. Комп'ютерно-орієнтований контроль навчання математики майбутніх інженерів [Електронний ресурс]. / К. В. Власенко, Н. С. Грудкіна, Н. В. Новікова // Міжнародний науковий журнал

- ScienceRice. – № 4/5 (21). – 2016. – Електронні дані – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/sciencrise/article/view/66344> (дата звернення 05.05.2016) – Назва з екрану.
90. Власенко К. В. Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття із диференціальних рівнянь : навч.-метод. посіб. для майбутніх фахівців із інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак. – Харків : Видавництво Лідер, 2016. – 220 с.
91. Власенко К. В. Комп'ютерно-орієнтоване теоретичне навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, С. В. Волков, І. В. Сітак // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти : зб. наук. праць. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2016. – Вип. 8. – С. 172–179.
92. Власенко К. В. Методичні вимоги до засобів навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак // Лабіринти реальності : зб. наук. праць / [За заг. редакцією д.філос.н. М. А. Журби]. – Монреаль : СРМ AS, 2016. – С. 38–41.
93. Власенко К. В. Перевірка результативності формування дій під час навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак // Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (Мелітополь, 11 – 13 вересня 2017 р.) – Мелітополь : ТОВ Колор Принт, 2017 – С. 25–27.
94. Власенко К. В. Результати впровадження комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак, І. М. Реутова // Матеріали Міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2017) м. Черкаси, 26 – 28 жовтня 2017 р. – Черкаси : ФОП Гордієнко Є. І., 2017 – С. 215–216.

95. Власенко К. В. Теоретико-методичні засади навчання вищої математики майбутніх інженерів-машинобудівників з використанням інформаційних технологій : дис....д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Катерина Володимирівна Власенко; Донбаська державна машинобудівна академія. – Краматорськ, 2011. – 532 с.
96. Власенко К. В. Управління самостійною навчально-професійною діяльністю бакалаврів з інформаційних технологій під час навчання диференціальних рівнянь / К. В. Власенко, О. О. Чумак, І. В. Сітак // Глобальні виклики педагогічної освіти в університетському просторі : тези доповідей III Міжнародного конгресу (18 – 21 травня 2017 р., Одеса). – Одеса : Вид-во Ранок, 2017. – С. 34–36.
97. Выготский Л. С. Психология развития человека / Л. С. Выготский. – М. : Смысл : Эксмо, 2005. – 182 с.
98. Гальперин П. Я. Лекции по психологии / П. Я. Гальперин. – М. : Высш. шк., 2002. – 400 с.
99. Гальченко Д. О. Реалізація компетентного підходу в навчанні диференціальних рівнянь студентів математичних спеціальностей університетів педагогічного профілю : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Дмитро Олександрович Гальченко; Полтавський національний педагогічний університет ім. В. Г. Короленка – Черкаси, 2015. – 20 с.
100. Гамезо М. В. Возрастная и педагогическая психология : Учеб. пособие для студентов всех специальностей педагогических вузов / М. В. Гамезо, Е. А. Петрова, Л. М. Орлова. – М. : Педагогическое общество России, 2003. – 512 с.
101. Гахов Ф. Д. О преподавании математики в университетах / Ф. Д. Гахов // Сб. науч.-метод. статей по математике. – 1974. – Вып. 4. – С. 25–27.
102. Гершунский Б.С. Компьютеризация в сфере образования: Проблемы и перспективы. / Б.С. Гершунский. – М. : Педагогика, 1987. – 264 с.

103. Глазунова О. Г. Теоретико-методичні засади проектування та застосування системи електронного навчання майбутніх фахівців з інформаційних технологій в університетах аграрного профілю : автореф. дис....д-ра пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Олена Григорівна Глазунова; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – Київ, 2015. – 42 с.
104. Глушков В. М. Роль математики в современной науке / В. М. Глушков // Вест. АН СССР. – 1974. – № 9. – С. 3–10.
105. Гнеденко Б. З. Вопросы математизации современного естествознания / Б. З. Гнеденко // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. – М. : Наука, 1968. – С. 171–206.
106. Гончаренко С. У. Педагогічні закони, закономірності, принципи. Сучасне тлумачення / С. У. Гончаренко. – Рівне : Волинські обереги, 2012. – 192 с.
107. Гончарова О. М. Формування основних компонентів інформаційної культури учнів при вивченні інформатики в старших класах з використанням середовища електронного підручника : автореф. дис... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Оксана Миколаївна Гончарова; Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2000. – 15 с.
108. Горошко Ю. В. Розв'язування математичних задач практичного змісту за допомогою комп'ютера / Ю. В. Горошко, А. В. Пеньков // Сучасні інформаційні технології в навчальному процесі : зб. наук. праць. – Київ : КДПІ ім. М. П. Драгоманова, 1991. – С. 41–51.
109. Горстко А. Б. В поисках правильного решения (О принципах рациональной деятельности человека) / А. Б. Горстко. – М. : Изд-во Знание, 1970. – 79 с.
110. Грамбовська Л. В. Комп'ютерні динамічні моделі як засіб дидактичного забезпечення процесу навчання геометрії в сучасній школі [Електронний ресурс]. / Л. В. Грамбовська, О. М. Яковчук // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2010. – №7. – С. 14–17. – Електронні дані – Режим доступу :

- http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp_2010_7_6 (дата звернення 16.05.2015) – Назва з екрану.
111. Григор'єва В. Б. Формування математичної компетентності у майбутніх програмістів засобами ІКТ / В. Б. Григор'єва // Інформаційні технології в освіті. – 2015. – № 22. – С. 130–140.
112. Гризун Л. Е. Розвиток навчально-пізнавальної активності майбутніх учителів у процесі вивчення дисциплін природничо-наукового циклу за умов їх структурування на засадах інтеграції знань [Електронний ресурс] / Л. Е. Гризун // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи. – 2012. – Вип. 37. – С. 60 – 68. – Електронні дані – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkhnpu_zntndr_2012_37_11 (дата звернення 05.05.2016) – Назва з екрану.
113. Губар Д. Є. Методика створення і застосування інтерактивних засобів навчання студентів класичного університету аналітичної геометрії : дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Дар'я Євгенівна Губар; Донецький національний університет. – Донецьк, 2013. – 374 с.
114. Гуревич Р. С. Наступність цілей і змісту навчання / Р. С. Гуревич // Проф.-тех. освіта. – 2002. – №2. – С.10–14.
115. Гусак Л. П. Професійна спрямованість навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : дис....канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / Людмила Петрівна Гусак; Вінницький державний педагогічний інститут імені Михайла Коцюбинського. – Вінниця, 2007. – 248 с.
116. Давиденко В. М. Індивідуальний підхід в організації навчання з математичних дисциплін для студентів спеціальності Інформатика / В. М. Давиденко, І. В. Сітак // Розвиток наукових досліджень-2012 / Матеріали Восьмої міжнародної науково-практичної конференції (19 – 21 листопада 2012 р., м. Полтава) – Полтава : Вид-во ІнтерГрафіка, 2012. – Т. 5. – С. 35–39.

117. Давиденко В. М. Соціально-гуманітарні аспекти сучасних інформаційних систем / В. М. Давиденко, І. В. Сітак, А. С. Тімошин // Актуальні проблеми та перспективи розвитку гуманітарного знання у сучасному інформаційному просторі: національний та інтернаціональний аспекти: зб. наук. праць / за заг. ред. к.філос.н. Журби М. А. – Частина 1. – Луганськ : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2011.– С. 354–357.
118. Давиденко В. М. Требования к выбору методов обучения дифференциальным уравнениям бакалавров по информационным технологиям / В. М. Давиденко, Т. Н. Матейко, И. В. Ситак // Virtus: scientific journal, 2017, issue 14. – Publishing house Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University, 2017. – P. 139–142.
119. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения : Опыт теоретического и экспериментального психологического исследования / В. В. Давыдов. – М. : Наука, 1986, – 232 с.
120. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах : Учебное пособие для студентов вузов. В 2-х ч. Ч. II. / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. – М. : Высш. шк., 1986. – 415 с.
121. Денисюк В. П. Вища математика. Модульна технологія навчання : навч. посіб. у 4 ч. Ч. 2. / В. П. Денисюк, В. К. Репета : 4-те вид., стереотип. – Київ : Вид-во Нац. авіац. ун-ту НАУ-друк, 2009. – 276 с.
122. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : [Портал электронного обучения КФУ]. – Электронные данные. – Казань, 2012-2014. – Режим доступа : <http://tulpar.kpfu.ru/course/view.php?id=2300/> (дата обращения 18.04.2013) – Название с экрана.
123. Дубиніна О. М. Математична культура в системі професійної підготовки інженерів з програмного забезпечення. [Електронний ресурс]. / О. М. Дубиніна // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : збірник наукових праць. – Електронні дані – Режим доступу : <http://library.uira.edu.ua/images/data/zbirnik/40-41/31.pdf> (дата звернення : 25.11.2014) – Назва з екрану.

124. Дутка Г. Я. Фундаменталізація математичної освіти майбутніх економістів : монографія / Г. Я. Дутка; АПН України, Ін-т педагогіки, Нац. банк України, Ун-т банк. справи. – Київ : УБС НБУ, 2008. – 480 с.
125. Дьяконов В. П. Компьютерная математика. Теория и практика / В. П. Дьяконов. – М. : Нолидж, 2001. – 126 с.
126. Дьяченко М. И. Психология высшей школы : Учеб. пособие для вузов / М. И. Дьяченко, Л. А. Кандыбович. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Изд-во БГУ, 1981. – 383 с.
127. Дюлічева Ю. Ю. Хмарні технології в професійній підготовці майбутніх економістів [Електронний ресурс]. / Ю. Ю. Дюлічева // Інформаційні технології в освіті. – 2014. – Вип. 18. – С. 71 – 79. – Електронні дані – Режим доступу : <http://ite.kspu.edu/issue-18/p-71-79/full> (дата звернення : 15.01.2015) – Назва з екрану.
128. Еляков А. Д. Современное информационное общество / А. Д. Еляков // Высшее образование в России. – 2001. – № 4. – С. 71–72.
129. Епишева О. Б. Деятельностный подход как теоретическая основа проектирования методической системы обучения математике : автореф. дис.... доктора пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Ольга Борисовна Епишева. – М., 1999. – 46 с.
130. Євсєєва О. Г. Проектування і організація навчання математики студентів вищих технічних навчальних закладів на засадах діяльнісного підходу : дис....док. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Олена Геннадіївна Євсєєва; Донецький національний технічний університет. – Донецьк, 2013. – 429 с.
131. Жалдак М. И. Математика с компьютером. Пособие для учителей / М. И. Жалдак, Ю. В. Горошко, Е. Ф. Винниченко. – Київ : РУНЦ ДИНИТ, 2004. – 252 с.
132. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики / М. І. Жалдак // Комп'ютерно-орієнтовані системи

- навчання: зб. наук. праць / Редкол. – Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова. – 2003. – №7. – С. 3–16.
133. Жильцов О. Б. Вища математика з елементами інформаційних технологій : Навч. посіб. / О. Б. Жильцов, Г. М. Торбін ; Міжрегіон. акад. упр. персоналом. – Київ, 2002. – 403 с.
134. Заблоцька О. С. Предметні компетенції з хімії у вищій екологічній освіті / О. С. Заблоцька // Вісник Житомирського державного університету. Педагогічні науки. – 2005. – Вип. 25. – С. 124–128.
135. Закон України «Про вищу освіту». [Електронний ресурс] // Верховна Рада України (офіційний веб-портал) – Електронні дані – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2984-14> (дата звернення : 24.02.2016) – Назва з екрану.
136. Закон України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України (офіційний веб-портал) – Електронні дані – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2623-14> (дата звернення : 18.09.2014) – Назва з екрану.
137. Занков Л. В. Дидактика и жизнь / Л.В. Занков. – М. : Просвещение, 1968. – 175 с.
138. Зеер Э. Ф. Психология профессионального развития / Э. Ф. Зеер. – М. : Академия, 2007. – 240 с.
139. Зелінський С. С. Формування інформативної компетентності майбутніх інженерів в процесі професійної підготовки : дис....канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти / Сергій Сергійович Зелінський; ДВНЗ «Криворізький національний університет». – Кривий Ріг, 2016. – 260 с.
140. Зельдович Я. Б. Элементы прикладной математики / Я. Б. Зельдович, А. Д. Мышкис. – М. : Наука, 1972. – 592 с.
141. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И. А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.

142. Зинченко В. П. Психологическая теория деятельности / В. П. Зинченко // Вопросы философии. – 2001. – № 2. – С. 66–68.
143. Иванова Е. М. Психология профессиональной деятельности / Е. М. Иванова. – М. : ПЕР СЭ, 2006. – 382 с.
144. Иванюк М. Е. Интеграция математического образования студентов факультета информатики педагогического вуза с применением систем компьютерной математики : дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) / Мария Евгеньевна Иванюк; Самарский филиал Московского городского педагогического университета. – Самара, 2008. – 199 с.
145. Ігнатова Н. В. Проблеми та шляхи дистанційного навчання математики / Н. В. Ігнатова // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наукових робіт. – Вип. 23. – Донецьк : Вид-во ДонНУ, 2005. – С.101–104.
146. Интернет-ресурс EXPONENTA.RU [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Електроні дані. – Softline, 1993-2016. – Режим доступу : <http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/ode/theme1/theme.asp> (дата звернення 17.04.2016) – Назва з екрану.
147. Каган М. С. Человеческая деятельность (Опыт системного анализа) / М. С. Каган. – М. : Политиздат, 1974. – С. 328.
148. Калашнікова С. А. Навчання дорослих на основі компетентісно-орієнтованого підходу : навчально-методичні матеріали. Модуль 1 / С. А. Калашнікова. – Київ, 2008. – 57 с.
149. Калмыкова З. И. Продуктивное мышление как основа обучаемости : монография / З. И. Калмыкова; НИИ общ. и пед. психологии АПН СССР. – М. : Педагогика, 1981. – 200 с.
150. Канторович Л. В. Функция воспитания научного мышления курса математики во втузе / Л. В. Канторович // Сб. научно-методических статей по математике. – 1974. – Вып. 4. – С. 11–13.

151. Каптелинин В. Н. Психологические проблемы формирования компьютерной грамотности школьников / В. Н. Каптелинин [Электронный ресурс]. – Електронні дані – Режим доступу : <http://www.voppsy.ru/issues/1986/865/865054.htm> (дата звернення : 18.06.2015) – Назва з екрану.
152. Капустина Т. В. Теория и практика создания и использования в педагогическом вузе новых информационных технологий на основе компьютерной системы Mathematica : дис....доктора пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Татьяна Васильевна Капустина; Елабужский государственный педагогический институт. – Москва, 2001. – 254 с.
153. Качалов А. В. Деятельностный подход как теоретико-методологическая стратегия формирования творческой самостоятельности студентов вуза [Электронный ресурс]. / А. В. Качалов // Современные исследования социальных проблем : (электронный научный журнал). – 2014. – № 2 (34). – 12 с. – Електронні дані – Режим доступу : www.sisp.nkras.ru (дата звернення : 28.02.2015) – Назва з екрану.
154. Кепша Я. С. Теоретико-методичні основи формування конструктивно-технічної компетентності учнів основної школи в умовах позашкільних навчальних закладів : автореф. дис... доктора пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика трудового навчання / Ярослав Семенович Кепша. – Київ, 2011. – 40 с.
155. Кирилащук С. А. Педагогічні умови формування інженерного мислення студентів технічних університетів у процесі навчання вищої математики : дис....канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти / Світлана Анатоліївна Кирилащук; Вінницький національний технічний університет. – Вінниця, 2010. – 243 с.
156. Кислова М. А. Развитие мобильного навчального середовища з вищої математики у підготовці інженерів-електромеханіків : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології

- в освіті / Марія Алімівна Кислова; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – Київ, 2015. – 24 с.
157. Кіяновська Н. М. Теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні вищої математики студентів інженерних спеціальностей у Сполучених Штатах Америки : монографія / Н. М. Кіяновська, Н. В. Рашевська, С. О. Семеріков // Теорія та методика електронного навчання. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2014. – Том V. – Вип. 1 (5) : спецвипуск «Монографія в журналі». – 316 с. : іл.
158. Клочко В. І. Застосування новітніх інформаційних технологій при вивченні вищої математики у технічному вузі : навчальний посібник / В. І. Клочко. – Вінниця : ВДТУ, 1997. – 300 с.
159. Клочко В. І. Нові інформаційні технології навчання математики в технічній вищій школі : дис... доктора пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / В. І. Клочко ; НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 1998. – 396 с.
160. Клочко В. І. Формування знань майбутніх інженерів з інформаційних технологій розв'язування диференціальних рівнянь : монографія / В. І. Клочко, З. В. Бондаренко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 216 с.
161. Кобильник Т. П. Використання web-сервісу Wolfram|alpha для розв'язування задач з теорії ймовірностей / Т. П. Кобильник // Інформаційні технології в освіті. – 2015. – № 24. – С. 68–80.
162. Коваленко Д. А. Застосування хмарних технологій у навчанні математики / Д. А. Коваленко, А. О. Топчій, І. В. Сітак // Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів : зб. наук. праць за матеріалами II Всеукраїнської науково-технічної конференції (18 – 25 квітня 2016 р., м. Рубіжне,). – Рубіжне, вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – С. 12–14.
163. Коваленко Е. Э. Методика професійного навчання : учебник для инженеров-педагогов, преподавателей специализированных систем

- професійно-технічного і вищого освітнього / Е. Э. Коваленко. – Харків : ЧП Штрих, 2003. – 480 с.
164. Когут У. П. Системи комп'ютерної математики як засіб навчання дослідження операцій майбутніх фахівців з інформатики : дис...канд. пед наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / У. П. Когут ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. – Київ, 2015. – 261 с.
165. Козаков В. А. Самостоятельная работа студентов и ее информационно-методическое обеспечение / В. А. Козаков. – Київ : Вища шк., 1990. – 248 с.
166. Комар О. А. Інтерактивна лекція як форма ознайомлення з інтерактивними технологіями у ВНЗ [Електронний ресурс]. / О. А. Комар. – Електронні дані – Режим доступу: http://dspace.udpu.org.ua:8080/jspui/bitstream/6789/380/1/interaktivna_lekcija.pdf (дата звернення 10.07.2014) – Назва з екрану.
167. Корольський В. В. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навчальний посібник / [В. В. Корольський, Т. Г. Крамаренко, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк; за ред. М.І. Жалдака]. – Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. – 324 с.
168. Коссов Б. Б. Личность: теория, диагностика и развитие / Б. Б. Коссов. – М. : Академ. Проект, 2000. – 240 с.
169. Костюк Г. С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості / Г. С. Костюк. – Київ : Радянська школа, 1989. – 608 с.
170. Крамаренко Т. Г. Уроки математики з комп'ютером. Посібник для вчителів і студентів / Т. Г. Крамаренко, за ред. М.І. Жалдака. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2008. – 272 с.
171. Крылова Т. В. Особенности организации самостоятельной работы в ВУЗе / Т. В. Крылова, Н. Д. Орлова // Дидактика математики: проблеми і дослідження : міжнародний зб. наук. робіт. – Донецьк, 2008. – Вип. 30. – С. 70–72.

172. Крилова Т. В. Проблеми навчання математики в технічному ВУЗі : Монографія / Т. В. Крилова. – Київ : Вища школа, 1998. – 438 с.
173. Крупич В. И. Теоретические основы обучения решению школьных математических задач / В. И. Крупич. – М. : Прометей, 1995. – 210 с.
174. Кудрявцев Л. Д. Современная математика и ее преподавание / Л. Д. Кудрявцев. – М. : Наука, 1985. – 170 с.
175. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления: процесс и способы решения технических задач / Т. В. Кудрявцев. – М. : Педагогика, 1975. – 304 с.
176. Кузнецова А. Г. Развитие системного подхода в отечественной педагогике конца 60-х - 80-х годов XX века : автореф. дис...док. пед. наук: 13.00.01 – общая педагогика / Алла Геннадиевна Кузнецова. – Хабаровск, 2000. – 45 с.
177. Кучерявий І. Т. Творчість – основа розвитку потенційних джерел особистості / І. Т. Кучерявий, О. І. Клепиков. – Київ : Вищ. шк., 2000. – 288 с.
178. Лазарев П. П. Современные проблемы биофизики / П. П. Лазарев. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1945. – 342 с.
179. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность / А. Н. Леонтьев. – М. : Смысл, 2004. – 352 с.
180. Лернер И. Я. О методах обучения / И. Я. Лернер, М. Н. Скаткин // Сов. Педагогика. – 1965. – №3. – С. 11–17.
181. Линник Ю. М. Структура та способи оцінки рівня розвитку професійної компетентності вчителів природничих спеціальностей / Ю. М. Линник // Гуманітарний вісник ДВНЗ Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди : зб. наук. праць. – Переяслав-Хмельницький, 2013. – Вип. 28. – Том II. – С. 170–177.
182. Лов'янова І. В. Вивчення дисципліни «Диференціальні рівняння» з використанням вільно поширюваного програмного забезпечення / І. В. Лов'янова, М. Попель // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. –Кривий Ріг : Видавничий відділ НМетАУ, 2011. – Випуск ІХ. – С.94–99.

183. Лов'янова І. В. Проблеми використання інформаційно-комунікаційних технологій навчання в процесі математичної освіти старшокласників / І. В. Лов'янова // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. праць. Ред. кол. І. А. Зязюн та ін. – Київ-Вінниця : ТОВ фірма Планер, 2012. – Випуск 33 – С.108–113.
184. Лодатко Є. О. Моделювання педагогічних систем і процесів : монографія / Є. О. Лодатко – Слов'ян. держ. пед. ун-т. – Слов'янськ, 2010. – 148 с.
185. Ломов Б. Ф. Методологические и теоретические проблемы психологи / Б. Ф. Ломов – М. : Наука, 1984. – 444 с.
186. Лысенкова О. В. Методическая система интегрированной подготовки по информатике и математике будущих учителей информатики в педагогическом вузе : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатика) / Ольга Владимировна Лысенкова; ГЩ УВПО Московский педагогический государственный университет. – Москва, 2008. – 26 с.
187. Львов М. С. Методы проектирования систем компьютерной поддержки математического образования. Математические модели и современные информационные технологии / М. С. Львов, А. В. Спиваковский. // Материалы Международной конференции по математическому моделированию. – Херсон, 1998. – С. 101–110.
188. Ляудис В. Я. Методика преподавания психологии / В. Я. Ляудис. – М. : Изд-во МГУ, 1984. – 82 с.
189. Макарова І. Л. Невизначений інтеграл: навчальний посібник для студентів ВНЗ / І. Л. Макарова, І. В. Михайленко. – Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2010. – 68 с.
190. Максимова Т. С. Методика формування професійно-орієнтованої евристичної діяльності студентів вищих технічних навчальних закладів на практичних заняттях з вищої математики : дис....канд. пед. наук : 13.00.02

- теорія та методика навчання (математика) / Тетяна Сергіївна Максимова; Донецький національний університет. – Донецьк, 2006. – 286 с.
191. Малыгина О. А. Обучение высшей математике на основе системно-деятельностного подхода: Учебное пособие / О. А. Малыгина. – М. : Издательство ЛКИ, 2008. – 256 с.
192. Матвійчук Л. А. Методика впровадження навчальної комп'ютерної програми в процес підготовки майбутніх інженерів-програмістів [Електронний ресурс]. / Л. А. Матвійчук // Інформаційні технології в освіті. – Електронні дані – Режим доступу : http://www.vmurol.com.ua/upload/publikatsii/nauka/2016/Matviychuk_Metodika_vprovadzhennya.pdf (дата звернення : 26.10.2015) – Назва з екрану.
193. Мараев В. А. Професионалізація пам'яті студентів [Електронний ресурс]. / В. А. Мараев, Г. П. Холопова. – Електронні дані – Режим доступу : <http://www.voppsy.ru/issues/1990/903/903094.htm> (дата звернення : 10.07.2014) – Назва з екрану.
194. Матеріали симпозиуму Ради Європи на тему : Ключові компетентності для Європи [Електронний ресурс]. – Електронні дані – Режим доступу : <http://ru.osvita.ua/school/theory/2340/> (дата звернення : 25.09.2014) – Назва з екрану.
195. Махмутов М. И. Проблемное обучение : основные вопросы теории / М. И. Махмутов. – М. : Наука, 1975. – 365 с.
196. Машбиц Е. И. Психологические основы управления учебной деятельностью / Е. И. Машбиц. – Киев. : Вища шк., 1987. – 224 с.
197. Машбиц Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения / Е. И. Машбиц. – М. : Знание, 1988. – 191 с.
198. Медведева С. Н. Проектирование компьютерных технологий обучения для профессиональной математической подготовки по специальности Прикладная математика и информатика : дис....канд. пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Светлана

- Николаевна Медведева; Казанский государственный технический университет им. А. Н. Туполева. – Казань, 2000 – 200 с.
199. Мелецинек А. Инженерная педагогика / А. Мелецинек. – М. : МАДИ (ТУ), 1998. – 185 с.
200. Менчинская Н. А. Психологические проблемы активности личности в обучении / Н. А. Менчинская // Народное образование. – 1974. – № 4. – С. 74.
201. Методики изучения внимания у взрослых людей: Метод. рекомендации для преподавателей кафедр педагогики и психологии ИУУ / АПН СССР. НИИ общ. образования взрослых; Сост. Л. Н. Фоменко. – Л. ; М. : АПН СССР, 1988. – 17 с.
202. Милютіна І. М. Тестування як ефективний метод перевірки професійної компетентності студентів [Електронний ресурс]. / І. М. Милютіна. – Електронні дані – Режим доступу : http://osvita.ua/school/lessons_summary/edu_technology/15024 (дата звернення 23.03.2014) – Назва з екрану.
203. Михайленко І. В. Диференціальні рівняння. Розв'язання професійно-спрямованих задач : навч.-метод. посібник для студ. вищих техн. навч. закл. / І. В. Михайленко. – Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2013. – 96 с.
204. Михайленко І. В. Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх інженерів-механіків : дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Ірина Володимирівна Михайленко; Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди. – Харків, 2016. – 291 с.
205. Михалевич В. М. Використання систем комп'ютерної математики для створення програмних засобів навчального призначення [Електронний ресурс]. / В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – №6. – Електронні дані – Режим доступу : <http://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/1022/1021> (дата звернення 13.04.2014) – Назва з екрану.

206. Михалевич В. М. Елементарна математика. Алгебра. Новітні інформаційні технології навчання (Maple). Частина 1 : Практикум / В. М. Михалевич, А. Ф. Дода. – Вінниця : ВНТУ, 210. – 130 с.
207. Михалін Г. О. Елементи теорії інтеграла та міри : навч. посібник для студ. математич. спец. вищих пед. навч. закладів / Г. О. Михалін ; Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. – Київ : [б. в.], 2000. – 266 с. : рис.
208. Михалін Г. О. Професійна підготовка вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу : Монографія / Г. О. Михалін. – Київ : РННЦ ДНІТ, 2003. – 320 с.
209. Могилев А. В. Практикум по информатике : Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер; Под ред. Е. К. Хеннера. — 2-е изд., стер. — М. : Издательский центр Академия, 2005. — 608 с.
210. Мозолюк Т. М. Методика навчання автоматизованих систем обробки інформації у процесі формування фахових знань студентів індустріальних коледжів : автореф. дис...канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні дисципліни) / Тетяна Миколаївна Мозолюк; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2003. – 20 с.
211. Морзе Н. В. Система методичної підготовки майбутніх вчителів інформатики в педагогічних університетах : автореф. дис....доктора пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання інформатики / Наталія Вікторівна Морзе; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2003. – 43 с.
212. Морозова И. В. Конструирование электронных образовательных ресурсов в обучении информатике как средство развития универсальных учебных действий будущих учителей // дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатика) (педагогические науки) / Ирина Вениаминовна Морозова; Федеральное государственное

- бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Череповецкий государственный университет. – Череповец, 2014. – 183 с.
213. Моторіна В. Г. Диференціальні рівняння : навчально-методичний посібник для студентів природничо-математичних спеціальностей педагогічних ВНЗ / В. Г. Моторіна, А. Ю. Пуди, А. І. Прокопенко, Н. П. Стогній. – Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2012. – 210 с.
214. Моторіна В. Г. Інноваційні підходи до навчання математики : навч. посібник / В. Г. Моторіна. – Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, Скорпіон, 2008. – 112 с.
215. Моторіна В. Г. Компетентнісно орієнтована модель навчання диференціальних рівнянь студентів технічних ВНЗ / В. Г. Моторіна, І. В. Михайленко // Вісн. Черкас. ун-ту. Сер. № 17 (350), Педагогічні науки / гол редкол. : О. В. Черевко [та ін.]; МОН України, ЧНУ ім. Б. Хмельницького. – Черкаси : Вид-во ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2015. – С. 140–146.
216. Мышкис А. Д. О программе и стиле преподавания математики во вузах / А. Д. Мышкис, Б. О. Солоноуц // Сб. научно-методических статей по математике. – 1973. – Вып. 3. – С. 3–12.
217. Наказ МОН України «Про особливості запровадження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 року № 266» [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – Режим доступу : <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/4636> (дата звернення : 10.12.2015) – Назва з екрану.
218. Наказ МОН України «Про затвердження Положення про дистанційне навчання» [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13> (дата звернення : 03.07.2015) – Назва з екрану.

219. Наказ МОН України «Про правила використання комп'ютерних програм в навчальних закладах» [Електронний ресурс] // Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0044-05> (дата звернення : 10.04.2015) – Назва з екрану.
220. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення : 10.09.2014) – Назва з екрану.
221. Никоненок В. Г. Методическая система изучения курса «Элементы абстрактной и компьютерной алгебры» при подготовке учителей информатики : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) / Валентина Геннадьевна Никоненок; Курский государственный университет. – Курск, 2004. – 22 с.
222. Нічкало Н. Г. Неперервна професійна освіта : міжнародний аспект : монографія / Н. Г. Нічкало; за ред. І. А. Зязюна // Неперервна професійна освіта : проблеми, пошуки, перспективи. – Київ : Віпол, 2000. – 636 с.
223. Нічуговська Л. І. Математичне моделювання в системі економічної освіти : монографія / Л. І. Нічуговська. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2003. – 289 с.
224. Новик И. Б. Вопросы стиля мышления в естествознании / И.Б. Новик. – М. : Политиздат, 1975. – 144 с.
225. Образовательный канал AlWEBRa [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные – Запорожье, 2013. – Режим доступа : <http://alwebra.com.ua/mod/forum/discuss.php> (дата обращения 25.04.2014) – Название с экрана.
226. Олексюк В. П. Упровадження технологій хмарних обчислень як складових ІТ-інфраструктури ВНЗ [Електронний ресурс]. / В. П. Олексюк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – Т. 41, вип. 3. –

- С. 256 – 267. – Електронні дані – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2014_41_3_26 (дата звернення 22.02.2015) – Назва з екрану.
227. Олефіренко Н. В. Дидактичні електронні ресурси у системі сучасних засобів навчання / Н. В. Олефіренко // Науковий вісник Ужгородського національного університету : зб. наук. праць – Серія Педагогіка. Соціальна робота. – Ужгород : УДНУ, 2014. – №33. – С. 129–133.
228. Олійник Л. М. Застосування базових сервісів Google у системі післядипломної педагогічної освіти [Електронний ресурс]. / Л. М. Олійник // Інформаційні технології в освіті. – Херсон : ХДУ, 2015. – № 22. – С. 93–102. – Електронні дані – Режим доступу : http://ite.kspu.edu/webfm_send/815 (дата звернення 22.04.2016) – Назва з екрану.
229. Омельчук Л. Л. Зміст дисциплін циклу професійної та практичної підготовки фахівців з інформатики / Л. Л. Омельчук // Вісник НТУУ КПІ. Філософія. Психологія. Педагогіка : збірник наукових праць. – 2014. – № 1 (40) – С. 103–109.
230. Освітній портал математичного спрямування YukhymCommunity [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані – Режим доступу : <http://yukhym.com/uk/prikladi-diferentsialnikh-rivnyan/diferentsialni-rivnyannya-osnovni-ponyattya.html> (дата звернення 20.03.2014) – Назва з екрану.
231. Освітня програма підготовки бакалавра. Галузь знань 12 – Інформаційні технології. Спеціальність 122 – Комп’ютерні науки та інформаційні технології. ІХТ СНУ ім. В. Даля. – Рубіжне, 2016. – 94 с.
232. Офіційна сторінка Wordpress-Україна [Електронний ресурс]. – Електронні дані – Режим доступу : <https://uk.wordpress.org/> (дата звернення : 11.02.2012) – Назва з екрану.
233. Пако С. Старение психологических особенностей человека / С. Пако // Основы геронтологии. – М., 1960. – С. 38–41.
234. Петров Я. И. Межфункциональные связи в период ранней взрослости / Я. И. Петров, А. М. Игнатенко, Е. И. Степанова // Человек и общество.

- Ученые записки Ленинградского университета. –Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1969. – Вып. 5. – С.117–129.
235. Петрук В. А. Застосування ігрових методів навчання при викладанні диференціальних рівнянь / В. А. Петрук, А. І. Яковенко // Гуманістична місія освіти : зб. доп. НПК. – Вінниця, 2000. – С. 165–168.
236. Пехота О. М. Особистісно орієнтоване навчання : підготовка вчителя : монографія / О. М. Пехота, А. М. Старєва. – Київ : Іліон, 2007. – 272 с.
237. Плясунова У. В. Использование компьютерных математических систем в обучении математике студентов специальности Информатика педагогических вузов : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень профессионального образования) / Ульяна Валерьевна Плясунова; Ярославский педагогический университет им. К. Д. Ушинского. – Ярославль, 2004. – 24 с.
238. Полякова Н. М. Методика навчання математики молодших спеціалістів харчової промисловості з використанням інформаційно-комунікаційних технологій : дис...канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Наталія Михайлівна Полякова; Донецький національний університет. – Донецьк, 2011. – 212 с.
239. Потапова О. М. Формування умінь дослідницької діяльності студентів технічних спеціальностей засобами ІКТ / О. М. Потапова // Вісник Черкаського університету. Серія Педагогічні науки. –Черкаси, 2015. – № 17 (350). – С. 48–54.
240. Постанова Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 р. № 266» [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/53-2017-%D0%BF> (дата звернення : 10.03.2017) – Назва з екрану.
241. Працьовитий М. В. Методика вивчення векторного добутку векторів майбутніми вчителями математики / М. В. Працьовитий, Л. Л. Креш //

- Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова : зб. Наукових праць. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – № 6. – С. 6–17.
242. Прокоф'єва М. Ю. Системний підхід у підготовці майбутнього педагога до реалізації диференційованого навчання / М. Ю. Прокоф'єва // Проблеми підготовки сучасного вчителя. – 2011. – № 4 (ч. 2). – С. 315–322.
243. Проект Концепції розвитку освіти України на період 2015-2025 років [Електронний ресурс]. – Електронні дані – Режим доступу : <http://education-ua.org/ua/draft-regulations/319-proekt> (дата звернення : 10.06.2016) – Назва з екрану.
244. Пушкин В. Н. О системности интеллекта / В. Н. Пушкин, В. Г. Шавырина // Вопросы психологии. – 1972. – №5. – С. 55–65.
245. Раков С. А. Математична освіта : компетентнісний підхід з використанням ІКТ : Монографія / С. А. Раков. – Харків : Факт, 2005. – 360с.
246. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури вчителя математики при вивченні методів обчислень у педагогічному вузі / Ю. С. Рамський // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2000. – Вип. 2. – С. 25–47.
247. Рашевська Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів : дис....канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Наталя Василівна Рашевська; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України. – Київ, 2011. – 305 с.
248. Реутова І. М. Інтенсифікація навчальної діяльності студентів під час практичних занять з теорії ймовірностей та математичної статистики засобами інформаційно-комунікаційних технологій / І. М. Реутова // Дидактика математики : проблеми та дослідження : Міжнар. зб. наук. робіт. – Донецьк, ДонНУ, 2014. – Вип. 41. – С. 44–50.

249. Рибалка В. В. Особистісний підхід у профільному навчанні старшокласників : монографія / В. В. Рибалка; за ред. Г. О. Балла. – Київ : Деміур, 1998. – 160 с.
250. Рибалко О. О. Моделювання руху об'єктів з використанням програми Adobe Flash CS3 Professional [Електронний ресурс]. / О. О. Рибалко // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2009. – № 7. – С. 12 – 15. – Електронні дані – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/komp_2009_7_5– (дата звернення : 12.08.2013) – Назва з екрану.
251. Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты) / И. В. Роберт. – М. : ИИО РАО, 2007. – 288 с.
252. Роберт И. В. Современные информационные технологии в обучении: дидактические проблемы; перспективы использования / И. В. Роберт. – М. : ШколаПресс, 1994. – 108 с.
253. Родионов М. А. Деятельностно-процессуальный подход к обучению школьников поиску пути решения задач (методологические предпосылки и примеры реализации) : Учебно-методическое пособие для студентов и учителей / М. А. Родионов. – Пенза : ПГПУ, 2007. – 32 с.
254. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии / С. Л. Рубинштейн. – СПб. : Питер Ком, 1998. – 688 с.
255. Рузавин Г. И. О природе математического знания / Г. И. Рузавин. – М. : Мысль, 1968. – 302 с.
256. Самарский А. А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент / А. А. Самарский // Вестник АН СССР. – 1979. – № 5. – С. 38–49.
257. Самарук Н. М. Професійна спрямованість навчання математичних дисциплін майбутніх економістів на основі міжпредметних зв'язків : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / Наталія Миколаївна Самарук; Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка. – Тернопіль, 2008. – 21 с.

258. Самойленко А. М. Диференціальні рівняння / А. М. Самойленко, М. О. Перестюк, І. О. Парасюк. – Київ : Вища школа, 1994. – 544 с.
259. Саранцев Г. И. Методология методики обучения математике / Г. И. Саранцев. – Саранск : Типография Красный Октябрь, 2001. – 140 с.
260. Сейдаметова З. С. Обучение облачным технологиям инженеров-программистов / З. С. Сейдаметова, Г. С Сейдаметов // Інформаційні технології в освіті.– 2013. – №15. – С. 74–82.
261. Сейдаметова З. С. Методическая система уровневой подготовки будущих инженеров-программистов по специальности Информатика : автореф. дис...доктора пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання (інформатика) / Зарема Сейдалиевна Сейдаметова; НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2007. – 40 с.
262. Семеріков С. О. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформативних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис....док. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Сергій Олександрович Семеріков; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2009. – 536 с.
263. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: монографія / С. О. Семеріков ; наук. ред. М. І. Жалдак. – Кривий Ріг : Мінерал; Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. – 340 с.
264. Сидорова М. И. Роль информационных технологий в подготовке современного бухгалтера / М. И. Сидорова // Бухгалтерский учет. – 2013. – №8. – С. 123 – 125.
265. Сітак І. В. Аналіз поняття інформаційно-аналітичних умінь студентів ВТНЗ за напрямом підготовки «Інформатика» / І. В. Сітак // П'ятнадцята міжнародна наукова конференція ім. академіка М. Кравчука, 15 – 17 травня 2014 р., м. Київ Т.4 : Історія та методика математики. [Оргком. М. Згуровський та ін.] – Київ: НТУУ КПІ, 2014. – С. 43–45.
266. Сітак І. В. Аналіз стану розробки проблеми створення комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь

- майбутніх фахівців із комп'ютерних наук та інформаційних технологій / I. В. Сітак // *Social and Economic Priorities in the Context of Sustainable Development. Monograph. Opole : The Academy and Management and administration in Opole, 2016. – P.257–263.*
267. Сітак І. В. Дидактичне призначення комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак, К. В. Власенко // *Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій / Тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції (21 – 23 вересня 2016 р., м. Запоріжжя). – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – С. 303–305.*
268. Сітак І. В. Диференціальні рівняння [Електронний ресурс]. / І. В. Сітак / [Веб-сайт]. – Електронні дані. – ІХТ СНУ ім. В. Даля, Рубіжне, 2014. – Режим доступу: <http://difur.in.ua/> – Назва з екрана.
269. Сітак І. В. Комп'ютерно-орієнтоване навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // *Проблеми інженерно-наукової освіти : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УПА, 2016. – Випуск 50–51. – С. 177–189.*
270. Сітак І.В. Комп'ютерно орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь для бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // *Інноваційні підходи і сучасні наука : зб. Центру наукових публікацій Велес II Міжнародної науково-практичної конференції, 2 частина м. Київ : зб. статей (рівень стандарту, академічний рівень). – Київ : Центр наукових публікацій, 2016. – С. 103–107.*
271. Сітак І.В. Методика комп'ютерно-орієнтованого практичного навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки. – Черкаси : Вид-во ЧНУ, 2016. –№ 11. – С. 3–12.*
272. Сітак І. В. Методичні передумови комп'ютерно-орієнтованого опанування бакалаврами з інформаційних технологій диференціальних рівнянь/ І. В. Сітак // *Гуманітарний вісник ДВНЗ Переяслав-*

- Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди – Додаток 1 до Вип. 37. Том III (71) : Тематичний випуск Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітнього простору. – Київ : Гнозис, 2016. – С.261–274.
273. Сітак І. В. Методика створення системи завдань комп'ютерно-орієнтованого опанування майбутніми фахівцями з інформаційних технологій диференціальних рівнянь. / І. В. Сітак // Проблеми інженерно-наукової освіти : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УИПА, 2015. – Вип. 48–49. – С. 286–295.
274. Сітак І. В. Модель упровадження комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної Всеукраїнської наукової конференції «Математика у сучасному університеті ХХІ сторіччя», 15 – 16 травня, 2017 р., Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – С. 165–167.
275. Сітак І. В. Організація математичної підготовки майбутніх інженерів у вищому технічному навчальному закладі / І. В. Сітак, В. М. Давиденко // *Virtus: scientific journal*, may, 2015, issue 2. – Publishing house Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University, 2015. – P. 139–142.
276. Сітак І. В. Освітній сайт у навчанні диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Сучасна освіта та інтеграційні процеси: зб. наук. праць Міжнародної науково-методичної конференції, 22 – 23 листопада 2017 року, м. Краматорськ, під заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук., проф. – Краматорськ : ДГМА, 2017 – С. 190–192.
277. Сітак І. В. Особливості навчання диференціальних рівнянь студентів спеціальності Комп'ютерні науки та інформаційні технології / І. В. Сітак // Развитие науки в ХХІ веке : сб. статей научно-информационного центра Знание по материалам XIII Международной конференции / г. Харьков : сб. со

- статьями (уровень стандарта, академический уровень). – Харьков : научно-информационный центр Знание, 2016. – 4 часть. – С. 76–81.
278. Сітак І. В. Особливості створення системи комп'ютерно-орієнтованих завдань з диференціальних рівнянь для майбутніх фахівців з інформаційних технологій / І. В. Сітак, В. М. Давиденко // Актуальні проблеми та перспективи розвитку гуманітарного знання у сучасному інформаційному просторі: національний та інтернаціональний аспекти: зб. наук. праць / [За за. редакцією д.філос.н. М. А. Журби]. – Частина 1. – Монреаль : ЦСП НБК; Северодонецьк : вид-во СХУ ім. В. Даля, 2016. – С.38–41.
279. Сітак І. В. Психологічні основи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій / І. В. Сітак // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти : зб. наук. праць. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2016. – Вип. 7. – С. 235–241.
280. Скафа О. І. Комп'ютерно-орієнтовані уроки в евристичному навчанні математики : навчально-методичний посібник / О. І. Скафа, О. В. Тутова. – Донецьк : Вид-во Вебер, 2009. – 320 с.
281. Скафа О. І. Наукові засади методичного забезпечення кредитно-модульної системи навчання у вищій школі : монографія / О. І. Скафа, Н. М. Лосєва, О. В. Мазнев. – Донецьк : ДонНУ, 2009. – 379 с.
282. Скафа Е. И. Эвристическое обучение математике: теория, методика, технология. Монографія / Е. И. Скафа. – Донецк: Издательство ДонНУ, 2004. – 439 с.
283. Скоробогатова Н. В. Наглядное моделирование профессионально-ориентированных задач в обучении математике студентов инженерных направлений технических вузов : автореф. дис....канд. пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень профессионального образования) / Наталья Владимировна Скоробогатова; Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского. – Ярославль, 2006. – 24 с.

284. Слєпкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі : Навч. посібник / З. І. Слєпкань. – Київ : Вища школа, 2005. – 239 с.
285. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : дис....канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Катерина Іванівна Словак; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України. – Київ, 2011. – 291 с.
286. Словник української мови. Академічний тлумачний словник (1970 – 1980) [Електронний ресурс]. // Словник української мови. Академічний тлумачний словник (1970 – 1980). – Електронні дані – Режим доступу : <http://sum.in.ua/s/suprovid> (дата звернення : 24.02.2013) – Назва з екрану.
287. Смалько О.А. Розвиток творчого мислення старшокласників на уроках математики з використанням інформаційних технологій навчання : дис... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Олена Аркадіївна Смалько ; Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. – Київ, 2002. – 256 с.
288. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Том второй / В. И. Смирнов. – М. : Наука, 1974. – 656 с.
289. Співаковський О. В. Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей / О. В. Співаковський. – Херсон : Айлант, 2003. – 229 с.
290. Столяр А. А. Педагогика математики / А. А. Столяр. – Мн. : Вышэйш. шк., 1986. – 414 с.
291. Суббето А. И. Системологические основы образовательных систем / А. И. Суббето. – М. : Знание, 1994. – 321 с.
292. Талызина Н. Ф. Теоретические основы разработки модели специалиста : (в помощь слушателям факультета новых методов и средств обучения при Политехническом музее) / Н. Ф. Талызина. – М. : Знание, 1986. – 234 с.

293. Тарасенкова Н. А. Теоретико-методичні основи використання знако-символьних засобів у навчанні математики : Монографія / Н. А. Тарасенкова. – Черкаси : Відлуння-Плюс, 2002. – 400 с.
294. Тихомиров О. К. Психология компьютеризации. Методические рекомендации / О. К. Тихомиров. – Киев : Знание, 1988. – 15 с.
295. Ткачишина О. Р. Соціально-психологічні особливості студентів – майбутніх фахівців з комп'ютерних технологій / О. Р. Ткачишина // Вісник ЧДПУ ім. Т. Г. Шевченка. – Сер. : Психологічні науки : зб. наук. праць у 3-х т. – 2005. – №. 31. – С. 118–122.
296. Топчий А. О. Програмні засоби розробки динамічних моделей / А. О. Топчий, І. В. Сітак // Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18 – 24 квітня 2017 р., м. Рубіжне / Ілляшенко О. В., Рубан Е. В. – Харків : Мачулін, 2017. – С. 299–301.
297. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики : Монографія / Ю. В. Триус. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 400 с.
298. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ : проблеми, стан і перспективи / Ю. В. Триус // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – 2010. – №. 9. – С. 3–16.
299. Тулашвілі Ю. Й. Метод тестового контролю рівня знань й вмінь майбутніх програмістів [Електронний ресурс]. / Ю. Й. Тулашвілі // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : збірник наукових праць. – Електронні дані – Режим доступу: <http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/Tylashvili.pdf> – (дата звернення: 25.09.2015) – Назва з екрану.
300. Тутова О. В. Методична система формування професійної готовності майбутнього вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в евристичному навчанні математики : дис....канд. пед. наук :

- 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Ольга Василівна Тутова; Донецький національний університет. – Донецьк, 2010. – 231 с.
301. Тютюнник О. І. Використання системи комп'ютерної математики у процесі навчання лінійного програмування майбутніх менеджерів-адміністраторів : дис...канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Оксана Іванівна Тютюнник; Вінницький національний технічний університет – Вінниця, 2014. – 373 с.
302. Указ президента України «Про стратегію сталого розвитку «Україна 2020» [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України (офіційний веб-портал). – Електронні дані – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5/2015> (дата звернення : 21.07.2015) – Назва з екрану.
303. Федорчук Е. І. Тести для самоконтролю з загальної педагогіки : Навч.-метод. посіб. / Е. І.Федорчук. – Кам'янець-Подільський : Видавництво Абетка-світ, 2013. – 30 с.
304. Флейшман Б. С. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем / Б. С. Флейшман. – Смоленск : Ойкумена, 2008. – 224 с.
305. Холькин А. М. Высшая математика. Часть III. Дифференциальные уравнения. Ряды. Кратные интегралы: Учебник / А. М. Холькин. – Мариуполь : ПГТУ, 2016. – 333 с.
306. Хом'юк І. В. Інтерактивні технології в процесі формування професійної мобільності майбутніх інженерів [Електронний ресурс]. / І. В. Хом'юк // Научные исследования. Теория и практика. – Електронні дані – Режим доступу : http://xn--e1aajfpcds8ay4h.com.ua/files/image/konf%208/sb8_2_12.pdf (дата звернення : 25.07.2015) – Назва з екрану.
307. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / А. В. Хуторской. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.
308. Чернявских С. Д. Психологические особенности памяти студентов в процессе адаптации к учебным нагрузкам в вузе / С. Д. Чернявских, И. В. Анкудинов // Научные ведомости Белгородского государственного университета, 2007. – № 5 (36), том 5. – С. 75–77.

309. Чорна А. В. Організація самостійної роботи студентів засобами електронного підручника з дисципліни Операційні системи і системне програмування [Електронний ресурс]. / А. В. Чорна // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : збірник наукових праць. – Електроні дані – Режим доступу : <http://library.uira.edu.ua/images/data/zbirnik/42-43/34.pdf> (дата звернення : 22.09.2015) – Назва з екрану.
310. Чумак О. О. Методика комп'ютерно-орієнтованого навчання теорії ймовірностей та випадкових процесів майбутніх інженерів : дис... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика) / Олена Олександрівна Чумак; Донецький національний університет. – Донецьк, 2014. – 207 с.
311. Шадриков В. Д. Психология деятельности и способности человека / В. Д. Шадриков. – М. : Логос, 1996. – 320 с.
312. Швырев В. С. Научное познание как деятельность / В. С. Швырев. – М. : Политиздат, 1984. – 232 с.
313. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон – М. : Изд. иностр. лит., 1963.– 830 с.
314. Шишкіна М. П. Сучасний стан та шляхи забезпечення якості програмних засобів навчального призначення [Електронний ресурс]. / М. П. Шишкіна // Педагогічний дискурс. – 2010. – Вип. 7. – С. 235–239. – Електроні дані – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk_2010_7_56 (дата звернення : 12.10.2014) – Назва з екрану.
315. Шкіль М. Л. Математичний аналіз / М. Л. Шкіль. – К. : Вища школа, 1994. – 423 с.
316. Шрейдер Ю. А. Особенности описания сложных систем / Ю. А. Шрейдер // Системные исследования. Методологические проблемы : Ежегодник. 1983. – М. : Наука, 1983. – С. 107–124.
317. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды / Д. Б. Эльконин; под ред. В. В. Давыдова, В. П. Зинченко. – М. : Педагогика, 1989. – 560 с.

318. Юдин Э. Г. Системный подход и принцип деятельности / Э. Г. Юдин. – М. : Наука, 1978. – 70 с.
319. Яглом И. М. Математические структуры и математическое моделирование / И. М. Яглом. – М. : Сов. радио, 1980. – 144 с.
320. Ягупов В. В. Компетентнісний підхід до підготовки фахівців у системі вищої освіти / В. В. Ягупов, В. І. Свістун // Наукові записки. Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота. – Київ: Академія, 2007. – Т. 71. – С. 3–8.
321. Ягупов В.В. Становление понятийно-терминологического аппарата компетентностного подхода к профессиональному образованию / В. В. Ягупов // Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка : зб. наук. пр. – Київ : Пед. думка, 2013. – Вип. 6. – С. 26–33.
322. Якиманская И. С. Развивающее обучение / И.С. Якиманская. – М. : Педагогика, 1979. – 144 с.
323. Яненко Н. Н. Методологические проблемы современной математики / Н. Н. Яненко // Вопросы философии. – 1981. – № 8. – С. 60–68.
324. Яцько О. М. Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання інформатики майбутніх економістів у вищих навчальних закладах : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика) / Оксана Мирославівна Яцько; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2016. – 321 с.
325. Ящун Т. В. Мотивационное обучение web программированию [Електронний ресурс]. / Т. В. Ящун, Е. В. Громов // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : збірник наукових праць. – Електронні дані – Режим доступу : <http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/42-43/35.pdf> (дата звернення : 28.09.2015) – Назва з екрану.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Інститут хімічних технологій (м. Рубіжне)



ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

підготовки: бакалавра
спеціальність: 122 Комп’ютерні науки та інформаційні технології
шифр за ОПП: нормативна

Рубіжне – 2016 рік


РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Кафедрою вищої математики та комп'ютерних технологій Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне)

Розглянуто на засіданні кафедри ВМКТ

Протокол № 6 від «25» березня 2016 року

Завідувач кафедри

 Тімошин А. С.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

доцент кафедри ВМКТ, к.ф.-м.н, доцент Баранов Ю. С.

старший викладач кафедри ВМКТ Сітак І. В.

ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності 122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є вивчення основних математичних моделей на основі диференціальних рівнянь, методів інтегрування диференціальних рівнянь, теорії систем диференціальних рівнянь, задачі Коші та крайової задачі, теорії стійкості розв'язків диференціальних рівнянь.

Міждисциплінарні зв'язки: Дисципліна «Диференціальні рівняння» базується на знаннях таких дисциплін, як математичний аналіз, алгебра і геометрія, обчислювальні методи, організація та обробка електронної інформації.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Диференціальні рівняння першого порядку.
2. Диференціальні рівняння вищих порядків.
3. Системи диференціальних рівнянь.
4. Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь і систем рівнянь та дослідження стійкості їхніх розв'язків.

Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1 Метою курсу є навчання студентів, що спеціалізуються у галузі інформаційних технологій, основам теорії диференціальних рівнянь, позиціонуванню методів диференціальних рівнянь, серед загально математичних підходів до інформаційних технологій, застосуванню отриманих знань та навичок розв'язування низки професійних задач, а також засвоєння студентами як принципів побудови так і змістовної частини сучасних математичних теорій, навичок професійного математичного мислення, вміння кваліфіковано та ефективно обрати та використати конкретний математичний апарат при розв'язанні практичних задач.

1.2 Основні завдання вивчення дисципліни «Диференціальні рівняння» – надати студентам теоретичних знань і формування практичних навичок з побудови, розв’язання, дослідження та аналізу математичних моделей на основі диференціальних рівнянь.:

1.3. Згідно з вимогам освітньо-професійної програми студенти повинні:

засвоїти математичні предметні знання про

- диференціальні рівняння першого порядку,
- диференціальні рівняння вищих порядків,
- лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами,
- знаходження наближених розв’язків задачі Коші,
- системи диференціальних рівнянь,
- теорію стійкості диференціальних рівнянь і систем;

опанувати навчальними діями

- застосування процедур розв’язування різних типів диференціальних рівнянь першого порядку,
- застосування процедур розв’язування різних типів диференціальних рівнянь вищих порядків,
- використання чисельних методів розв’язування диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь;

опанувати діями з математичного моделювання за допомогою:

- диференціальних рівнянь першого порядку,
- лінійних диференціальних рівнянь 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами,
- нормальних систем диференціальних рівнянь,
- чисельних методів розв’язування диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь;

опанувати способами дій майбутньої професійної діяльності

- розробляти математичні моделі об’єктів і процесів інформатизації на основі результатів проведених досліджень,
- розробляти детерміновані та стохастичні моделі об’єктів та процесів інформатизації, використовуючи методи математичного моделювання, вміти ідентифікувати їхні параметри,
- аналітично досліджувати властивості математичних моделей (коректність, повнота, складність, точність моделей; існування, єдиність і стійкість розв’язків, тощо,

- використовувати, розробляти та досліджувати алгоритми розв'язування задач моделювання об'єктів і процесів інформатизації, задач оптимізації, прогнозування, оптимального керування та прийняття рішень, тощо.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **150** години / 5 кредитів ECTS.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Диференціальні рівняння першого порядку.

Диференціальні рівняння. Основні поняття. Існування та єдність розв'язку задачі Коші. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними. Задачі, що приводять до диференціальних рівнянь першого порядку. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Диференціальні рівняння Бернуллі. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння в повних диференціалах.

Змістовний модуль 2. Диференціальні рівняння вищих порядків.

Диференціальні рівняння вищих порядків. Постановка задачі Коші. Теорема про достатні умови існування та єдності розв'язку задачі Коші. Теорема про достатні умови існування та єдності розв'язку задачі Коші. Загальний та частинний розв'язки диференціальних рівнянь вищих порядків. Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Побудова загального розв'язку лінійного однорідного рівняння n -го порядку. Розв'язування лінійного неоднорідного диференціального рівняння n -го порядку. Розв'язування лінійного неоднорідного диференціального рівняння 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами та спеціальною правою частиною.

Змістовний модуль 3. Системи диференціальних рівнянь.

Системи диференціальних рівнянь. Задача Коші та крайові задачі. Лінійні однорідні системи диференціальних рівнянь. Лінійні системи зі

сталими коефіцієнтами. Лінійні неоднорідні системи. Зведення системи до лінійного диференціального рівняння n -го порядку.

Змістовний модуль 4. Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь і систем рівнянь та дослідження стійкості їхніх розв'язків.

Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь та їхніх систем. Стійкість розв'язків диференціальних рівнянь. Критерій стійкості першим наближенням. Дослідження на стійкість за методом функцій Ляпунова. Розв'язок практичних задач за допомогою диференціальних рівнянь.

3. Рекомендована література

1. Богданов Ю. С. Лекции по дифференциальным уравнениям: учебное пособие / Ю. С. Богданов. – Минск : Вышэйш. шк., 1977. – 239 с.
2. Бондаренко З. В. Вища математика. Диференціальні рівняння (з комп'ютерною підтримкою) / З. В. Бондаренко, В. І.Клочко : Навч. пос. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 252с.
3. Власенко К. В. Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття із диференціальних рівнянь : навчально-методичний посібник для майбутніх фахівців із інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак. – Х. : Видавництво Лідер, 2016. – 220 с.
4. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах : Учебное пособие для студентов вузов. В 2-х ч. Ч. II. / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. – М. : Высш. шк., 1986. – 415 с.
5. Денисюк В. П. Вища математика. Модульна технологія навчання : навч. посіб. у 4 ч. Ч. 2. / В. П. Денисюк, В. К. Репета : 4-те вид., стереотип. – К : Вид-во Нац. авіац. ун-ту НАУ-друк, 2009. – 276 с.
6. Моторіна В. Г. Диференціальні рівняння : навчально-методичний посібник для студентів природничо-математичних спеціальностей педагогічних ВНЗ / В. Г. Моторіна, А. Ю. Пуди, А. І. Прокопенко, Н. П. Стогній. – Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2012. – 210 с.
7. Самойленко А. М. Диференціальні рівняння / А. М. Самойленко, М. О. Перестюк, І. О. Парасюк. – К. : Вища школа, 1994. – 544 с.
8. Сітак І. В. Диференціальні рівняння [Електронний ресурс]. / І. В. Сітак / [Веб-сайт]. – Електронні дані. – ІХТ СНУ ім. В. Даля, Рубіжне, 2014. – Режим доступу: <http://difur.in.ua/> – Назва з екрана.

9. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Том второй / В. И. Смирнов. – М. : Наука, 1974. – 656 с.

10. Холькин А. М. Высшая математика. Часть III. Дифференциальные уравнения. Ряды. Кратные интегралы: Учебник / А. М. Холькин. – Мариуполь : ПГТУ, 2016. – 333 с.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання

Формою підсумкового контролю успішності навчання є залік.

5. Засоби діагностики успішності навчання

Тестові завдання, контрольні та індивідуальні (домашні) роботи, усні опитування з тем програми для поточного контролю, підготовка та захист дослідних завдань-кейсів, підсумкові контрольні заходи у вигляді комплексного тестового завдання.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
ІНСТИТУТ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (м. РУБІЖНЕ)

Факультет хімічних та інформаційних систем
Кафедра вищої математики та комп'ютерних технологій

 “ЗАТВЕРДЖУЮ”
Заст. директора з навч. роботи
05468077
Андреев П.Ю.
03 _____ 2016 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Диференціальні рівняння

спеціальність: 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології

факультет хімічних та інформаційних систем

Рубіжне – 2016 рік

Робоча програма дисципліни Диференціальні рівняння для студентів спеціальності 122 Комп'ютерні науки та інформаційні системи, 14 с.

Розробник: старший викладач кафедри ВМКТ Сітак І. В.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри ВМКТ
Протокол № 6 від 25 березня 2016 року

Завідувач кафедри ВМКТ  Тімошин А. С.

Схвалено методичною радою ІХТ СНУ ім. В. Даля
Протокол № 3 від 19 лютого 2016 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: 5	Галузь знань: 12 Інформаційні технології	Нормативна навчальна дисципліна циклу математичної, природничо-наукової підготовки	
	Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології		
Змістовних модулів : 4		Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		2	2
Загальна кількість годин: 150		Семестр	
		III	IV
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 4 самостійної роботи студента: 6,7	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		28	2
		Практичні заняття	
		28	2
		Лабораторні	
		–	–
		Самостійна робота	
		94	146
Індивідуальні завдання: –			
Вид контролю: залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 0,59

для заочної форми навчання – 0,03

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – навчання студентів, що спеціалізуються у галузі інформаційних технологій, основам теорії диференціальних рівнянь, позиціонуванню методів диференціальних рівнянь, серед загально математичних підходів до інформаційних технологій, застосуванню отриманих знань та навичок розв’язування низки професійних задач, а також засвоєння студентами як принципів побудови так і змістовної частини сучасних математичних теорій, навичок професійного математичного мислення, вміння кваліфіковано та ефективно обрати та використати конкретний математичний апарат при розв’язанні практичних задач.

Завдання – надати студентам теоретичних знань і формування практичних навичок з побудови, розв’язання, дослідження та аналізу математичних моделей на основі диференціальних рівнянь.:

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

засвоїти математичні предметні знання про:

- диференціальні рівняння першого порядку,
- диференціальні рівняння вищих порядків,
- лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами,
- знаходження наближених розв’язків задачі Коші,
- системи диференціальних рівнянь,
- теорію стійкості диференціальних рівнянь і систем;

опанувати навчальними діями:

- застосування процедур розв’язування різних типів диференціальних рівнянь першого порядку,
- застосування процедур розв’язування різних типів диференціальних рівнянь вищих порядків,
- використання чисельних методів розв’язування диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь;

опанувати діями з математичного моделювання за допомогою:

- диференціальних рівнянь першого порядку,
- лінійних диференціальних рівнянь 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами,
- нормальних систем диференціальних рівнянь,
- чисельних методів розв’язування диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь;

опанувати способами дії майбутньої професійної діяльності:

- розробляти математичні моделі об'єктів і процесів інформатизації на основі результатів проведених досліджень,
- розробляти детерміновані та стохастичні моделі об'єктів та процесів інформатизації, використовуючи методи математичного моделювання, вміти ідентифікувати їхні параметри,
- аналітично досліджувати властивості математичних моделей (коректність, повнота, складність, точність моделей; існування, єдиність і стійкість розв'язків, тощо,
- використовувати, розробляти та досліджувати алгоритми розв'язування задач моделювання об'єктів і процесів інформатизації, задач оптимізації, прогнозування, оптимального керування та прийняття рішень, тощо.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Диференціальні рівняння першого порядку.

Тема 1. Диференціальні рівняння. Основні поняття. Визначення диференціального рівняння. Порядок диференціального рівняння. Розв'язок диференціального рівняння. Диференціальні моделі. Теорема існування та єдиності розв'язку диференціального рівняння. Розв'язок задачі Коші. Інтегральні криві.

Тема 2. Диференціальні рівняння із відокремлюваними змінними. Рівняння з відокремленими змінними. Рівняння з відокремлюваними змінними. Характерні ознаки рівняння з відокремлюваними змінними. Заміна змінних, що призводить до рівняння з відокремлюваними змінними

Тема 3. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Диференціальні рівняння Бернуллі. Визначення лінійного диференціального рівняння першого порядку. Схема розв'язування лінійного диференціального рівняння першого порядку. Визначення рівняння Бернуллі. 4. Знаходження розв'язку рівняння Бернуллі.

Тема 4. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку. Визначення однорідної функції. Властивості однорідних функцій. Визначення однорідного диференціального рівняння першого порядку. Розв'язування однорідних диференціальних рівнянь першого порядку. Рівняння, що зводяться до однорідних. Розв'язування диференціальних рівнянь першого порядку, що зводяться до однорідних.

Тема 5. Рівняння у повних диференціалах. Розв'язування рівняння у повних диференціалах. Інтегрувальний множник. Зведення рівняння до вигляду рівняння у повних диференціалах.

Змістовний модуль 2. Диференціальні рівняння вищих порядків.

Тема 6. Диференціальні рівняння вищих порядків. Постановка задачі Коші. Теорема про достатні умови існування та єдиності розв'язку задачі Коші. Загальний та частинний розв'язки диференціальних рівнянь вищих порядків. Загальний вигляд диференціальних рівнянь вищих порядків. Початкові умови у вигляді Коші. Теорема про умови існування та єдиності розв'язку задачі Коші. Рівняння, що допускають зниження порядку. Рівняння, розв'язані відносно похідної. Диференціальні рівняння, що не містять шукану функцію. Диференціальні рівняння, що не містять незалежну змінну.

Тема 7. Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Визначення лінійного диференціального рівняння. Диференціальний оператор, його лінійність. Лінійність простору розв'язків однорідного рівняння. Властивості розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння. Властивості диференціального оператора. Властивості розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння. Лінійна залежність та незалежність системи функцій. Теорема про визначник Вронського для лінійно залежної системи функцій. Необхідні та достатні умови лінійної незалежності розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння. Структура загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння.

Тема 8. Побудова загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння n -го порядку. Формула Остроградського-Ліувілля. Знаходження загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку за відомим частинним. Лінійне однорідне диференціальне рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Характеристичне рівняння ЛОДР другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Знаходження загального розв'язку у випадку різних дійсних коренів характеристичного рівняння. Знаходження загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами у випадку дійсних рівних коренів характеристичного рівняння. Загальний розв'язок лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами у випадку комплексно-спряжених коренів характеристичного рівняння. Побудова фундаментальної системи частинних розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами.

Тема 9. Розв'язування лінійного неоднорідного диференціального рівняння n -го порядку. Структура загального розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння. Метод варіації довільних сталих (метод Лагранжа).

Тема 10. Розв'язування лінійного неоднорідного диференціального рівняння 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами та правою частиною спеціального вигляду. Знаходження частинного розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами та правою частиною вигляду $f(x) = P_n(x)e^{\alpha x}$. Знаходження частинного розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами та правою частиною вигляду $f(x) = M \cos \beta x + N \sin \beta x$.

Змістовний модуль 3. Системи диференціальних рівнянь.

Тема 11. Системи диференціальних рівнянь. Нормальна система диференціальних рівнянь 1-го порядку. Зведення нормальної системи до одного диференціального рівняння. Загальний розв'язок нормальної системи лінійних диференціальних рівнянь. Властивості розв'язків однорідних систем. Загальний розв'язок нормальної системи зі сталими коефіцієнтами.

Змістовний модуль 4. Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь і систем рівнянь та дослідження стійкості їхніх розв'язків.

Тема 12. Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь та їхніх систем. Інтегрування диференціальних рівнянь за допомогою степеневих рядів. Метод Ейлера чисельного розв'язування задачі Коші для диференціального рівняння 1-го порядку. Модифікації методу Ейлера. Метод Ейлера чисельного розв'язування систем диференціальних рівнянь.

Тема 13. Стійкість розв'язків диференціальних рівнянь. Поняття стійкості розв'язку. Стійкість розв'язків лінійних систем диференціальних рівнянь. Критерій стійкості за першим наближенням.

Тема 14. Розв'язок практичних задач за допомогою диференціальних рівнянь. Випадкові процеси, що можуть бути досліджені за допомогою диференціальних рівнянь. Економічні процеси, що можуть бути досліджені за допомогою диференціальних рівнянь. Задачі геометрії, механіки, фізики, що можуть бути розв'язані за допомогою диференціальних рівнянь.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Диференціальні рівняння першого порядку.												
Тема 1. Диференціальні рівняння. Основні поняття.	10	2	2			6						
Тема 2. Диференціальні рівняння із відокремлюваними змінними.	10	2	2			6						
Тема 3. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Диференціальні рівняння Бернуллі.	10	2	2			6						
Тема 4. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку.	10	2	2			6						
Тема 5. Рівняння у повних диференціалах.	10	2	2			6						
Разом за ЗМ 1	50	10	10			30						
Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння вищих порядків.												
Тема 6. ДР вищих порядків. Постановка задачі Коші. Теорема про достатні умови існування та єдиності розв'язку задачі Коші. Загальний та частинний розв'язки ДР вищих порядків.	10	2	2			6						
Тема 7. Лінійні ДР вищих порядків.	10	2	2			6						

Тема 8. Побудова загального розв'язку лінійного однорідного ДР n -го порядку.	10	2	2			6						
Тема 9. Розв'язування лінійного неоднорідного ДР n -го порядку.	10	2	2			6						
Тема 10. Розв'язування лінійного неоднорідного ДР 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами та правою частиною спеціального вигляду.	10	2	2			6						
Разом за ЗМ 2	50	10	10			30						
Змістовний модуль 3. Системи диференціальних рівнянь.												
Тема 11. Системи ДР. Нормальна система ДР 1-го порядку.	14	2	2			10						
Разом за ЗМ 3	14	2	2			10						
Змістовний модуль 4. Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь і систем рівнянь та дослідження стійкості їхніх розв'язків.												
Тема 12. Чисельні методи розв'язування ДР та їхні систем.	12	2	2			8						
Тема 13. Стійкість розв'язків ДР.	12	2	2			8						
Тема 14. Розв'язок практичних задач за допомогою ДР.	12	2	2			8						
Разом за ЗМ 4	36	6	6			24						
Усього годин	150	28	28			94	150	2	2			146
ІНДЗ												
Усього годин	150	28	28			94	150	2	2			146

5. Теми семінарських занять (не передбачено)

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Звичайні диференціальні рівняння. Загальний та частинний розв'язок. Інтегральні криві. Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь.	1
2	Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними.	2
3	Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі.	2
4	Однорідні диференціальні рівняння. Диференціальні рівняння, що зводяться до однорідних.	2
5	Рівняння у повних диференціалах.	2
6	Індивідуальна самостійна робота за темою «Диференціальні рівняння першого порядку».	1
7	Рівняння, що допускають зниження порядку.	2
8	Лінійні рівняння n -го порядку. Розв'язування лінійних однорідних рівнянь 2-го порядку.	2
9	Метод варіації довільних сталих розв'язування лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь 2-го порядку.	2
10	Розв'язування лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь n -го зі спеціальною правою частиною.	2
11	Індивідуальна самостійна робота за темою «Диференціальні рівняння вищих порядків».	1
12	Зведення систем диференціальних рівнянь до диференціального рівняння n -го порядку.	2
13	Розв'язування систем диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами матричним способом.	2
14	Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь та систем.	2
15	Дослідження стійкості розв'язків диференціальних рівнянь та систем.	2
16	Індивідуальна самостійна робота за темами «Системи диференціальних рівнянь. Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь і систем та дослідження стійкості їхніх розв'язків».	1
	Разом	28

7. Темы лабораторних занять

Навчальним планом не передбачено

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фазова крива. Поле напрямів диференціального рівняння. Ізокліна.	8
2	Рівняння Дарбу. Побудова загального інтегралу. Особливі розв'язки.	8
3	Рівняння Ріккати. Особливі розв'язки.	8
4	Рівняння Логранжа.	8
5	Диференціальні рівняння першого порядку з частинними похідними.	8
6	Квазілінійні рівняння першого порядку.	8
7	Диференціальні рівняння, не розв'язані відносно похідної.	8
8	Диференціальні рівняння Ейлера в задачах варіаційного числення.	8
9	Лінійне інтегральне рівняння Фредгольма.	10
10	Лінійне інтегральне рівняння Вольтера.	10
11	Фазова площина. Динамічна система.	10
	Разом	94

9. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачено.

10. Методи навчання

Під час проведення занять з дисципліни методи навчання реалізуються у формах, які найбільш успішно допомагають реалізувати мету та завдання вивчення дисципліни, а саме пояснювально-

ілюстративні, інформаційно-рецептивні, репродуктивні, евристичні та дослідницькі.

З метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні даної дисципліни на лекційних та практичних заняттях використовуються наступні навчальні технології: проблемні лекції, дослідження наукового характеру, розв'язування задач та дослідницьких завдань-кейсів, робота в Інтернет з навчальним сайтом та онлайн-калькуляторами, презентації, візуальне супроводження навчального процесу.

11. Методи контролю

Поточний контроль для студентів денної форми навчання проводиться на практичних заняттях у наступних у формах за критеріями⁵, де к – кількість виконаних студентом видів контролю.

Види роботи, що оцінюються	Кількість балів	Коефіцієнт
Підготовленість студента до заняття за результатами онлайн-тестування	2	к/3
Виконання домашнього завдання	1	к
Розв'язування завдань в аудиторії (біля дошки)	1	к/4
Участь у практичних роботах по розв'язуванню завдань-кейсів	2	к
Захист індивідуальних завдань-кейсів	2	к
Рецензування завдань-кейсів, виконаних студентами іншої групи	2	к
Контрольна робота:		
- початковий контроль	40	0,2
- поточний контроль	8	к
- підсумковий контроль	40	0,2
Дослідницька діяльність, ведення блогу	5	

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсової роботи
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Диференціальні рівняння. Самостійна робота (для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології») / Укладач: Сітак І. В. – Рубіжне: ІХТ СНУ ім. В.Даля, 2016. – 20 с.
2. Диференціальні рівняння. Конспект лекцій (для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології») / Укладач: Сітак І. В. – Рубіжне: ІХТ СНУ ім. В.Даля, 2016. – 224 с.
3. Диференціальні рівняння. Методичні вказівки до практичних занять (для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології») / Укладач: Сітак І. В. – Рубіжне: ІХТ СНУ ім. В.Даля, 2016. – 168 с.

14. Рекомендована література

1. Богданов Ю. С. Лекции по дифференциальным уравнениям: учебное пособие / Ю. С. Богданов. – Минск : Вышэйш. шк., 1977. – 239 с.
2. Бондаренко З. В. Вища математика. Диференціальні рівняння (з комп'ютерною підтримкою) / З. В. Бондаренко, В. І.Ключко : Навч. пос. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 252с.
3. Власенко К. В. Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття із диференціальних рівнянь : навчально-методичний посібник для майбутніх

фахівців із інформаційних технологій / К. В. Власенко, І. В. Сітак. – Х. : Видавництво Лідер, 2016. – 220 с.

4. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах : Учебное пособие для студентов вузов. В 2-х ч. Ч. II. / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. – М. : Высш. шк., 1986. – 415 с.

5. Денисюк В. П. Вища математика. Модульна технологія навчання : навч. посіб. у 4 ч. Ч. 2. / В. П. Денисюк, В. К. Репета : 4-те вид., стереотип. – К : Вид-во Нац. авіац. ун-ту НАУ-друк, 2009. – 276 с.

6. Моторіна В. Г. Диференціальні рівняння : навчально-методичний посібник для студентів природничо-математичних спеціальностей педагогічних ВНЗ / В. Г. Моторіна, А. Ю. Пуди, А. І. Прокопенко, Н. П. Стогній. – Харків : ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2012. – 210 с.

7. Самойленко А. М. Диференціальні рівняння / А. М. Самойленко, М. О. Перестюк, І. О. Парасюк. – К. : Вища школа, 1994. – 544 с.

8. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Том второй / В. И. Смирнов. – М. : Наука, 1974. – 656 с.

9. Холькин А. М. Высшая математика. Часть III. Дифференциальные уравнения. Ряды. Кратные интегралы: Учебник / А. М. Холькин. – Мариуполь : ПГТУ, 2016. – 333 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сітак І. В. Диференціальні рівняння [Електронний ресурс]. / І. В. Сітак / [Веб-сайт]. – Електронні дані. – ІХТ СНУ ім. В. Даля, Рубіжне, 2014. – Режим доступу: <http://difur.in.ua/> – Назва з екрана.

Додаток Б

Анкета для викладачів вищої математики

Оберіть, будь ласка, відповідь серед наведених або надайте свою.

1. Які складнощі, з Вашого досвіду, виникають у студентів в процесі навчання диференціальних рівнянь:

- a) визначення типів диференціальних рівнянь;
- d) використання процедур розв'язування типових диференціальних рівнянь;
- c) інтегрування;
- d) побудова математичної моделі;
- e)) інше.

2. Що, на Вашу думку, може покращити результативність навчання ДР:

- a) покращення шкільної математичної підготовки;
- b) системні додаткові заняття з дисципліни;
- c) використання комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання;
- d) забезпечення самостійної роботи студентів з дисципліни;
- e) інше.

3. Як, на Вашу думку, можна забезпечити самостійну роботу студентів?

- a) надати студентам методичні вказівки до самостійної роботи;
- b) вказати перелік літератури для опрацювання;
- c) організувати індивідуальне консультування;
- d) розмістити всі необхідні методичні матеріали на навчальному сайті;
- e) інше.

4. Що, на Вашу думку, має бути розміщено на навчальному сайті з ДР:

- a) інтерактивні лекції та практики;
- b) комп'ютерні тренажери;
- c) тестові завдання;
- d) засоби, що уможливають візуалізацію і моделювання досліджуваних процесів;
- e) інше.

5. При вивченні ДР всі студенти мають працювати:

- a) синхронно з викладачем та академічною групою;

- b) асинхронно, у індивідуальному режимі;
- c) використовувати синхронне та асинхронне навчання за своєї потреби.

6. Назвіть інтернет-ресурси, які ви використовуєте в навчанні ДР:

- a) авторські вітчизняні сайти _____
- b) авторські російські сайти _____
- c) англomовні сайти _____
- d) маю власний _____
- e) не користуюсь, бо не знайшов ресурс, що може задовольняти моїм вимогам.

7. Вкажіть серед підручників та навчальних посібників, які Ви використовуєте при навчанні ДР такі, що містять:

- a) відповіді до завдань, що забезпечують уявлення студентів про кінцевий результат отриманої інтегральної кривої

- b) образ кінцевого продукту, що може забезпечити уявлення майбутніх фахівців про отримання диференціальних моделей

- c) об'єкт перетворення чи навчальний матеріал для забезпечення діяльності

- d) опис засобів діяльності з розв'язування диференціальних рівнянь і моделей

- e) технології діяльності, що забезпечують уявлення студентів про способи розробки диференціальних моделей

- f) опис комп'ютерно-орієнтованих технологій для отримання кінцевого результату (інтегральної кривої) та для його візуалізації

Дякуємо за допомогу!

Анкета для учнівської молоді

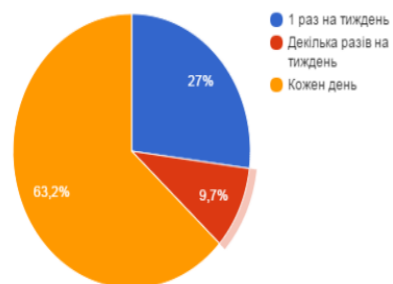
Оберіть, будь ласка, одну чи декілька відповідей серед наведених

1. Ви: а) студент;
 б) школяр.
2. Як часто Ви користуєтесь Інтернет-ресурсами?
 - а) 1 раз на тиждень;
 - б) декілька раз на тиждень;
 - с) кожен день.
3. Скільки часу в день Ви проводите в Інтернеті?
 - а) 1 годину;
 - б) від 1 до 3 годин;
 - с) більше 3 годин.
4. Які Інтернет-ресурси Ви найчастіше використовуєте?
 - а) соціальні мережі;
 - б) онлайн-бібліотеки;
 - с) хмарні сховища;
 - д) розв'язальники.
5. Скільки часу, в середньому, Ви витрачаєте на підготовку занять, використовуючи Інтернет-ресурси?
 - а) 1 годину;
 - б) від 1 до 3 годин;
 - с) більше 3 годин.
6. Якої допомоги Ви потребуєте при виконанні домашніх завдань?
 - а) безкоштовна консультація;
 - б) онлайн-допомога;
 - с) доступної навчально-методичної літератури, що могла б допомогти з опануванням теоретичного матеріалу.
6. Що Вам заважає виконувати домашні завдання?

Дякуємо за участь!

Результати анкетування учнівської молоді

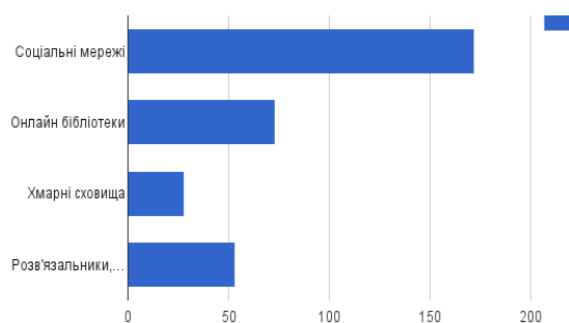
2. Як часто Ви користуєтеся Інтернет-ресурсами?



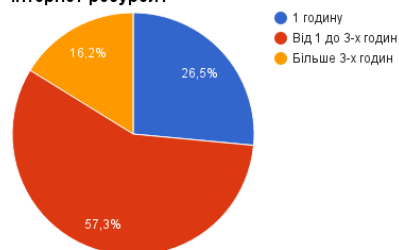
3. Скільки часу в день Ви проводите в Інтернеті?



4. Які Інтернет-ресурси Ви найчастіше використовуєте?



5. Скільки часу, в середньому, Ви витрачаєте на підготовку до занять, використовуючи Інтернет-ресурси?



Додаток В

Фрагмент навчально-методичного посібника «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття із диференціальних рівнянь»

Практичне заняття 1.1. Звичайні диференціальні рівняння. Загальний та частинний розв'язок. Інтегральні криві. Математичні моделі на основі диференціальних рівнянь

Цілі заняття

- Навчальна: • формування в студентів математичних предметних знань про диференціальні рівняння, розв'язок диференціального рівняння, задачу Коші.
- Виховна: • виховання інтересу студентів до майбутньої професійної діяльності під час аналізу математичних моделей.
- Розвивальна: • розвиток у студентів умінь аналізувати, систематизувати, узагальнювати, робити висновки;
• розвиток у студентів умінь математичного моделювання;
• розвиток ІКТ – грамотності студентів.
- Обладнання: динамічна модель процесу розпаду радію, програмний засіб GRAN 1, тестові завдання.
- Література: 1. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Том второй / В. И. Смирнов. – М., Наука, 1974. – 656 с.
2. Денисюк В. П. Вища математика. Модульна технологія навчання: навч. посіб. у 4 ч. Ч. 2. / В. П. Денисюк, В. К. Репета: 4-те вид., стереотип. – К : Вид-во Нац. авіац. ун-ту НАУ-друк, 2009. – 276 с.
3. Самойленко А. М. Диференціальні рівняння / А. М. Самойленко, М. О. Перестюк, І. О. Парасюк. – К. : Вища школа, 1994. – 544 с.
4. Холькин А. М. Высшая математика. Часть III. Дифференциальные уравнения. Ряды. Кратные интегралы: Учебник / А. М. Холькин. – Мариуполь : ПГТУ, 2016. – 333 с.
5. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах: Учебное пособие для студентов вузов. В 2-х ч. Ч. II. / Данко П. Е., Попов А. Г., Кожевникова Т. Я. – М. : Высш. шк., 1986. – 415 с.
6. Сітак І. В. Диференціальні рівняння: навч.-метод. посібник для бакалаврів із інформаційних технологій [Електронний ресурс] / І. В. Сітак, К. В. Власенко. – Режим доступу : <http://www.difur.in.ua/studentam/lektsii>.

Хід заняття

Організаційний момент: викладач оголошує тему та мету заняття (під час заняття використовується скорочення ДР (диференціальне рівняння)).

Актуалізація знань студентів про основні правила диференціювання, інтегрування, перевірка знань табличних похідних та первісних. Організація колективної роботи студентів через обговорення відповідей на запитання.

1.1.1. *Дайте відповідь на запитання.*

- a) Як визначити похідну функції?
- b) За якими правилами обчислюють похідні?
- c) Як пов'язані похідна та диференціал?
- d) Як визначити первісну функції?

Інформаційна підтримка

Повторіть навчальний матеріал за підручниками [1; 3; 6].

Актуалізація знань студентів про загальний вигляд диференціального рівняння. Організація колективної роботи студентів із тестовими завданнями.

1.1.2. *Серед зазначених рівнянь оберіть диференціальні.*

- a) $4x_2^2 - 3x_3^2 + 4x_1x_2 - 4x_1x_3 + 8x_2x_3 = 0$,
- b) $-2xy - 2x - 2y + 1 = 0$,
- c) $xy' + xe^{\frac{y}{x}} - y = 0$,
- d) $y - \ln^2(x + \cos x) = 2$,
- e) $\sin(x + ay)dx - ydy = 0$.

Інформаційна підтримка

Обирайте рівняння, в яких присутня похідна шуканої функції чи її диференціал та диференціал незалежної змінної.

1.1.3. *Визначте порядок запропонованих диференціальних рівнянь.*

- a) $y''(4 + x^2) = 2$,
- b) $y''' + (y')^2 = 2e^{-x}$,
- c) $y^V - 5y^{IV} + 12y''' - 16y'' + 12y' - 4y = 0$,

d) $ydy + xe^{y^2} dx = 0$,

e) $xy + y^2 = (3x^2 + xy) y'$.

Інформаційна підтримка

Порядок диференціального рівняння визначає максимальний порядок похідної, що входить до цього рівняння.

Після виконання завдань 1.1.2 і 1.1.3 організовується евристичний діалог¹ з метою складання правила-орієнтира визначення серед рівнянь диференціального.

Запитання викладача	Орієнтовні відповіді студентів
<i>Які елементи обов'язково мають бути у складі рівняння, щоб воно було диференціальним?</i>	<i>Похідні або диференціали шуканої функції.</i>
<i>Скільки змінних має звичайне ДР?</i>	<i>Одну.</i>
<i>З яких елементів може складатися диференціальне рівняння першого ступеню?</i>	<i>Зі змінної, функції, що залежить від цієї змінної, похідної чи диференціалу шуканої функції.</i>
<i>Чи може входити до складу диференціального рівняння диференціал невідомої функції і диференціал незалежної змінної?</i>	<i>Так, бо похідна функції може бути записана як частка відповідних диференціалів.</i>
<i>Чи завжди права частина ДР дорівнює нулю?</i>	<i>Це не обов'язково.</i>
<i>Похідні якого порядку можуть входити до складу ДР?</i>	<i>Будь-якого.</i>

Після аналізу відповідей студентів правило-орієнтир може бути таким.

I. У складі диференціального рівняння є присутня похідна шуканої функції чи її диференціал та диференціал незалежної змінної.

II. Диференціальне рівняння у своєму складі може мати незалежну змінну, невідому функцію та її похідні певного порядку, що пов'язані у відповідний спосіб.

¹Евристичний діалог – метод навчання, який передбачає застосування викладачем запитань, що сприяють використанню знань, умінь, спостережень і досвіду студентів та уможливають організацію їхньої діяльності під час формулювання й відкриття висновків, правил, закономірностей тощо.

III. Порядок диференціального рівняння визначає максимальний порядок похідної, що входить до цього рівняння.

IV. Диференціальне рівняння має загальний вигляд $F(y^{(n)}, y^{(n-1)}, \dots, y', y, x) = 0$.

Для закріплення знань про розв'язок диференціального рівняння організація групової діяльності студентів.

1.1.4. Безпосередньо перевірте, що наведені функції є розв'язками рівняння $y'x - x^2 - y = 0$.

a) $y = x^2 + 2x$,

b) $y = x^2 - 5x$,

c) $y = x^2 + x$,

d) $y = x^2$.

Розв'язання.

Викладач перевіряє хід розв'язування завдання за коментарями студентів.

a) Знайдемо похідну заданої функції $y' = 2x + 2$, підставимо у рівняння

$$(2x + 2)x - x^2 - (x^2 + 2x) = 2x^2 + 2x - 2x^2 - 2x \equiv 0,$$

отже функція $y = x^2 + 2x$ є розв'язком рівняння.

Аналогічні дії проводимо для функцій b) – d).

Інформаційна підтримка

З метою перевірки, чи є задані функції розв'язками диференціального рівняння, знайдіть їхню похідну та підставте в рівняння отримані вирази замість y та y' .

Після виконання завдань 1.1.4 організація евристичного діалогу з метою узагальнення отриманих результатів.

Запитання викладача	Орієнтовні відповіді студентів
Що можна сказати про розв'язки рівняння завдання 4?	Деякі з доданків у них схожі.
Як називають кожний із запропонованих розв'язків?	Частинним розв'язком.
Як має виглядати загальний розв'язок запропонованого рівняння?	Вираз, доданки якого містять ступені змінної x . Коефіцієнтом перед ступенем змінної x може бути будь-яке число.
Який із запропонованих розв'язків задовольняє початковій умові $y(1)=1$?	$y = x^2$.

Після аналізу відповідей студентів робляться висновки: запропоновані функції є частинними розв'язками даного диференціального рівняння; початковій умові $y(1)=1$ задовольняє функція $y = x^2$.

Загальним розв'язком запропонованого рівняння є функція $y = x^2 + Cx$.

Для закріплення знань про задачу Коші організація індивідуальної роботи студентів із застосуванням педагогічного програмного засобу GRAN 1.


1.1.5. *Безпосередньо перевірте, що функція $y = -\frac{1}{4}\sin 2x + C_1x + C_2$ є розв'язком диференціального рівняння $y'' = \sin 2x$. Знайдіть частинний розв'язок рівняння, що задовольняє початковим умовам $y(0) = -\frac{1}{4}$, $y'(0) = 1$.*

Побудуйте інтегральну криву за допомогою програмного засобу GRAN 1.

Інформаційна підтримка

З метою перевірки, чи є функція $y = -\frac{1}{4}\sin 2x + C_1x + C_2$ розв'язком диференціального рівняння $y'' = \sin 2x$, двічі продиференціюйте задану функцію та підставте отриманий вираз у задане рівняння замість y'' .

Для знаходження частинного розв'язку рівняння знайдіть значення C_1 та C_2 шляхом підстановки у загальний розв'язок початкових умов $x=0$, $y(0) = -\frac{1}{4}$, $y'(0) = 1$.

Для побудови інтегральної кривої за допомогою програмного засобу GRAN 1 у головному вікні програми в полі «Список об'єктів» оберіть команду «Створити». У вікні «Введення виразу залежності» задайте рівняння кривої, застосовуючи панель набору функцій і операцій. Оберіть границі зміни x , підтвердіть свій вибір натисненням кнопки «ОК». Після чого на панелі інструментів натисніть кнопку  – «Побудувати графік» та отримайте зображення прямої у полі «Графік». Отримайте шукане зображення інтегральної кривої (рис. В.1).

Для розвитку вміння математичного моделювання організація колективної роботи студентів за допомогою запитань.

Запитання викладача	Орієнтовні відповіді студентів
Що таке швидкість?	<ul style="list-style-type: none"> – Характеристика руху тіла. – Швидкість дорівнює відношенню пройденого шляху до часу, за який цей шлях пройдено. – Похідна від функції шляху за часом.
Яке ще значення, окрім фізичного, може мати швидкість?	<ul style="list-style-type: none"> – Швидкість зміни температури. – Швидкість хімічної реакції. – Швидкість приросту населення. – Швидкість ядерної реакції.

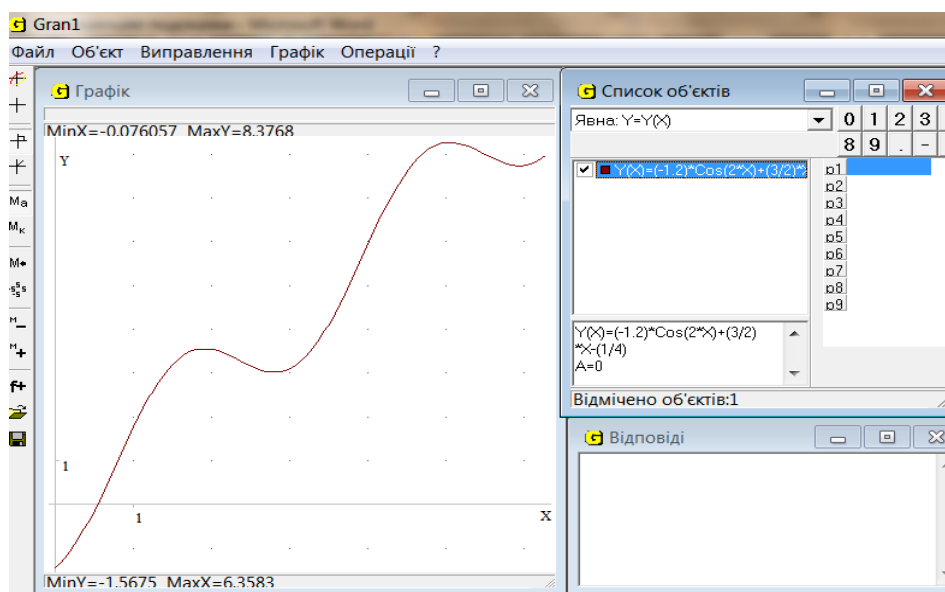


Рис. В.1. Зображення вікна «Інтегральна крива рівняння $y'' = \cos 2x$, що отримана за допомогою програмного засобу GRAN 1»

Застосування знань студентів про диференціальні моделі. Організація колективної роботи студентів для розвитку вміння математичного моделювання.

1.1.6. Швидкість розпаду радію у кожен момент часу прямо пропорційна наявній його масі. Визначте, який відсоток маси m_0 радію розпадеться через 200 років, якщо відомо, що період напіврозпаду радію (період часу, після закінчення якого розпадається половина наявної маси радію) дорівнює 1590 років.

Розв'язання.

Пояснення викладача супроводжуються презентацією динамічної моделі розпаду радію, що ілюструє процес, який описаного у задачі.

Швидкість розпаду радію вимірюється його кількістю, що розпалася в одиницю часу. За малий проміжок часу Δt , що минув з якогось моменту часу t , кількість радію, що розпався, дорівнює $km \Delta t$, де m – кількість радію у даний момент, k – коефіцієнт пропорційності. Аналогічно маса, узята зі знаком «-» (маса зменшується), дорівнює прирощенню маси за час Δt

$$\Delta m = -km \Delta t. \quad (\text{B.1})$$

Ділимо обидві частини отриманої рівності (B.1) на Δt та переходимо до границі при $\Delta t \rightarrow 0$. Тоді:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{dm}{dt} = -km \quad (\text{B.2})$$

Таким чином, отримали диференціальне рівняння

$$\frac{dm}{dt} = -km,$$

яке маємо навчитись розв'язувати вже на наступному занятті.

Висновок. У процесі побудови звичайних диференціальних моделей² важливо пам'ятати, що всі процеси, пов'язані зі швидкістю зміни стану речовини або явища, можуть бути описані за допомогою диференціальних моделей. Звичайно, на практичних заняттях ми матимемо справу із такими випадками, коли відомі закони, що уможливають складання диференціального рівняння.

Завдання для самостійної (домашньої) роботи

1.1.7. Розв'яжіть тестове завдання. Серед зазначених рівнянь оберіть диференціальні.

a) $xy' - y = x \operatorname{tg} \frac{y}{x},$

b) $(x + y) x + (y - x) y = 0,$

c) $y(x + y) = ye^{2x},$

d) $y'' - 8y' + 16y = e^{4x}.$

²Диференціальною моделлю процесу чи явища називають диференціальне рівняння, що отримано внаслідок дослідження якогось дійсного процесу чи явища.

Інформаційна підтримка

З метою встановлення серед рівнянь диференціального скористайтесь правилом-орієнтиром, що сформульовано під час практичного заняття.

1.1.8. *Безпосередньо перевірте, що наведені функції є розв'язками рівнянь, побудуйте інтегральні криві за допомогою програмного засобу GRAN 1.*

а) чи є функція $y^3 = Cx^3 - 3x^2$ розв'язком рівняння $xy^2 y' = x^2 + y^3$?

Інформаційна підтримка

З метою перевірки, чи є задана функція розв'язком диференціального рівняння, знайдіть похідну та підставте в рівняння вирази замість y та y' . Для побудови інтегральної кривої оберіть будь-яке значення сталої C .

б) чи є функція $y = (C_1 + \ln|\sin x|)\sin x + (C_2 - x)\cos x$ розв'язком рівняння $y'' + y = \frac{1}{\sin x}$?

Інформаційна підтримка

З метою перевірки, чи є задані функції розв'язками диференціального рівняння, двічі продиференціюйте задану функцію. Підставте отриманий вираз і вираз заданої функції у задане рівняння замість y'' та y .

1.1.9. *Складіть диференціальне рівняння, що є математичною моделлю³ процесу. В судину, що містить 10л води, безперервно надходить зі швидкістю 2л у хвилину розчин, у кожному літрі якого міститься 0,3 кг солі. Розчин, що надходить у судину, змішується з водою та суміш витікає з судини з тією ж швидкістю. Скільки солі буде у судині через 5 хвилин?*

Інформаційна підтримка

Позначте $x(t)$ кількість солі у розчині в момент часу t , змінення кількості солі за час $dt - dx$.

Підрахуйте, скільки за час dt у судину надійде солі та витече. Прирівнявши зміни кількості солі за час dt , отримаєте диференціальне рівняння.

³Математична модель – сукупність математичних відношень, рівнянь, нерівностей і т.і., що описують основні закономірності, притаманні процесу, об'єкту чи системі, що досліджується.

1.1.10. Повторіть тему «Диференціальні рівняння. Основні поняття» [1; 2; 3; 4; 5; 6], ознайомтеся з темою «Диференціальні рівняння із відокремлюваними змінними» [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Відповіді

1.1.1. а) похідна функції $y'(x)$ є границя відношення приросту функції до приросту її аргументу, коли приріст аргументу прямує до нуля (якщо така границя існує);

b) 1. $(f' + g') = f' + g'$,

2. $(\alpha \cdot f)' = \alpha \cdot f'$, якщо $\alpha = const$, тобто α – стала,

3. $(f \cdot g)' = f' \cdot g + g' \cdot f$ (формула Лейбніца),

4. $\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f' \cdot g - f \cdot g'}{g^2}$ при $g \neq 0$,

5. Якщо $x = \alpha t$, де $\alpha = const$, тоді $\frac{df(\alpha t)}{dt} = \alpha \cdot f'(x) = \alpha \cdot \frac{df(\alpha t)}{d(\alpha t)}$,

6. Формула похідної складної функції: якщо $x = g(t)$, тоді

$$\frac{df(g(t))}{dt} = \frac{df(x)}{d(t)} = \frac{df(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = f'(g(t)) \cdot g'(t);$$

c) $\int d(F(x)) = F(x) + c$ та $d(\int f(x) dx) = f(x) dx$;

d) якщо $F'(x) = f(x)$, то $\int f(x) dx = F(x) + C$.

1.1.2. Рівняння с) і е) диференціальні.

1.1.3. Порядок ДР: а) другий; б) третій; с) п'ятий; д) перший;

е) перший.

1.1.4. Наведені функції є частинними розв'язками.

1.1.5. Наведена функція є розв'язком рівняння. Інтегральна крива, побудована за допомогою програмного засобу GRAN 1 (рис. В.1).

1.1.6. Шукане рівняння $\frac{dm}{dt} = -km$.

1.1.7. Диференціальними є рівняння а) і д).

1.1.8. а) Наведена функція є загальним розв'язком рівняння. Інтегральна крива, побудована за допомогою програмного засобу GRAN 1 за умов $C = 1$, $x \in [-10; 10]$ (рис. В.2); б) наведена функція є загальним розв'язком рівняння. Інтегральна крива, побудована за допомогою програмного засобу GRAN 1 за умов $C_1 = C_2 = 0$, $x \in [-\pi / 2; \pi / 2]$ (рис. В.3).

1.1.9. Диференціальне рівняння, що є математичною моделлю описаного процесу $\frac{dx}{dt} = (0,6 - 0,2x)$.

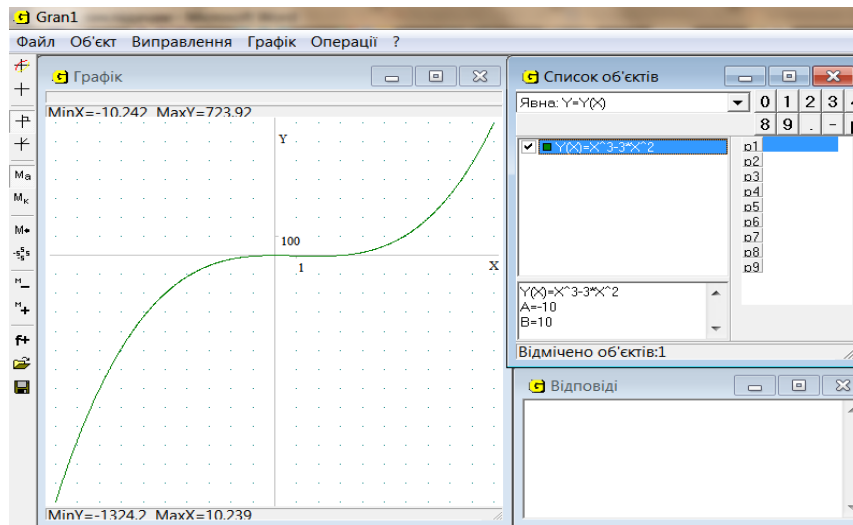


Рис. В.2. Зображення вікна «Інтегральна крива рівняння $xy^2y' = x^2 + y^3$, що отримана за допомогою програмного засобу GRAN 1»

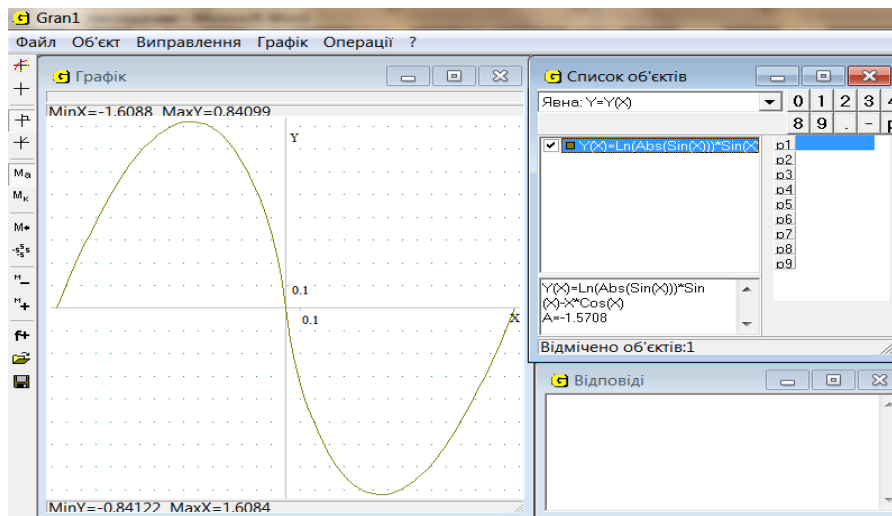


Рис. В.3. Зображення вікна «Інтегральна крива рівняння, $y'' + y = \frac{1}{\sin x}$, що отримана за допомогою програмного засобу GRAN 1»

Додаток Д

Слайди презентації до задачі про рух тіла, кинутого під кутом до горизонту

Задача про рух тіла, кинутого під кутом до горизонту

Камінь кинутий під кутом до горизонту, рухається у середі, опір якої є пропорційним до швидкості .
Визначте траєкторію руху каменю.

Рис. Д.1. Зображення титульного слайду презентації

Початковий момент руху

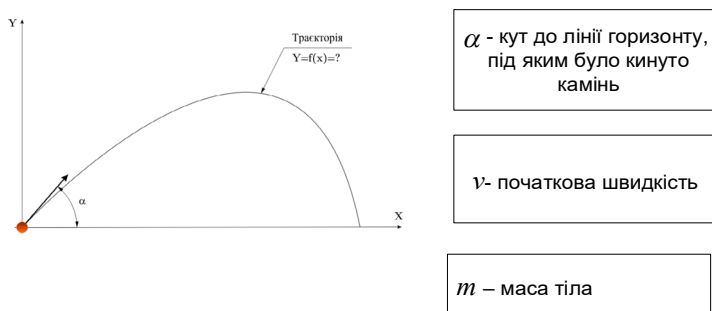


Рис. Д.2. Зображення слайду «Початковий момент руху»

Сили, що діють на тіло у будь-якій точці траєкторії

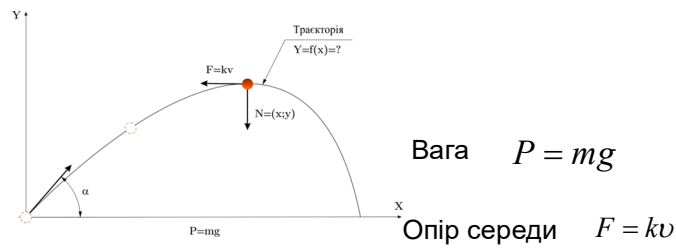


Рис. Д.3. Зображення слайду з побудовою сил, які діють на тіло

Складові рівнодіючих сил по осях координат

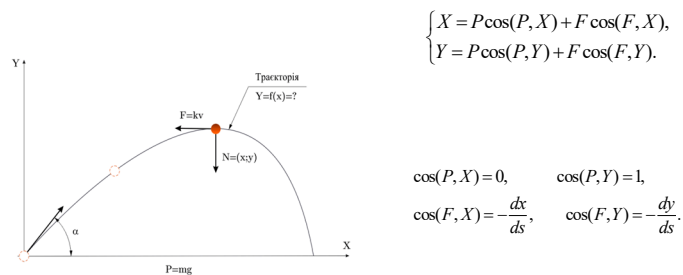


Рис. Д.4. Зображення слайду зі складовими рівнодіючих сил

Додаток Е

Слайди презентації до складання системи рівнянь Колмогорова

Процеси розмноження та загибелі

Розглянемо таку випадкову функцію $x(t)$, що може набувати лише натуральних значень $0, 1, 2, 3, \dots$ та описує стани деякої системи E_k .

Система (фізична, економічна, біологічна, інформаційна) може знаходитися в одному зі станів E_0, E_1, E_2, \dots (індекс – число елементів у системі)

Рис. Е.1. Зображення слайду з постановою задачі

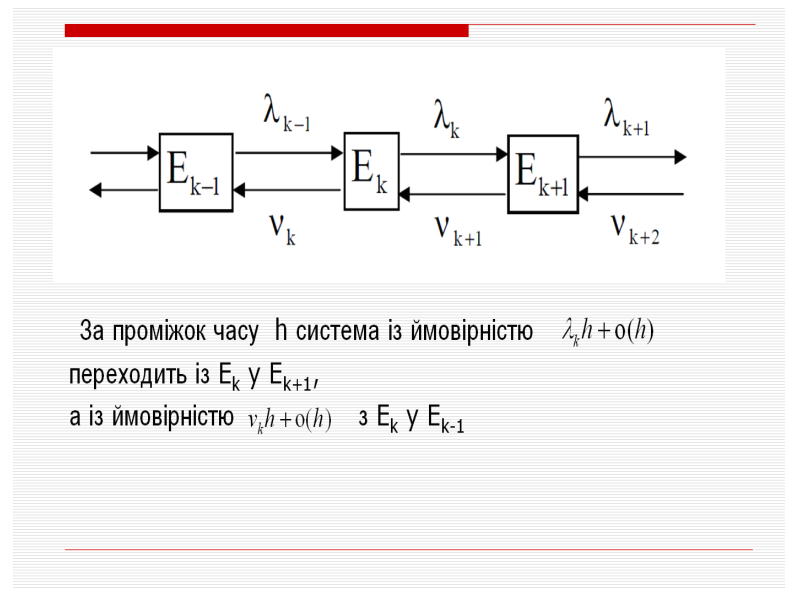


Рис. Е.2. Зображення слайду із схематичним зображенням марківського процесу

Ймовірності станів $p_k(t)$
задовольняють системі рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_0'(t) = v_1 p_1(t) - \lambda_0 p_0(t), \\ p_1'(t) = v_2 p_2(t) + \lambda_0 p_0(t) - (v_1 + \lambda_1) p_1(t), \\ \dots\dots\dots \\ p_k'(t) = v_{k+1} p_{k+1}(t) + \lambda_{k-1} p_{k-1}(t) - (v_k + \lambda_k) p_k(t), \\ \dots\dots\dots \end{array} \right.$$

Рис. Е.3. Зображення слайду із загальним виглядом рівнянь Колмогорова

Роздільна система в околі k :

$$\left\{ \begin{array}{l} p_{k-2}'(t) = v_{k-1} p_{k-1}(t) + \lambda_{k-3} p_{k-3}(t) - (v_{k-2} + \lambda_{k-2}) p_{k-2}(t), \\ p_{k-1}'(t) = v_k p_k(t) + \lambda_{k-2} p_{k-2}(t) - (v_{k-1} + \lambda_{k-1}) p_{k-1}(t), \\ p_k'(t) = v_{k+1} p_{k+1}(t) + \lambda_{k-1} p_{k-1}(t) - (v_k + \lambda_k) p_k(t), \\ p_{k+1}'(t) = v_{k+2} p_{k+2}(t) + \lambda_k p_k(t) - (v_{k+1} + \lambda_{k+1}) p_{k+1}(t), \\ p_{k+2}'(t) = v_{k+3} p_{k+3}(t) + \lambda_{k+1} p_{k+1}(t) - (v_{k+2} + \lambda_{k+2}) p_{k+2}(t). \end{array} \right.$$

Рис. Е.4. Зображення слайду з роздільною системою

Додаток Ж

Приклад розв'язаного кейсу

1. На підставі статистичних даних про кількість населення міста Сєвєродонецьк за останні 5 років розрахуємо середній відсоток приросту населення.

Таблиця Ж.1

місто	2010	2011	2012	2013	2014
Сєвєродонецьк	119940	120852	122068	122784	122226

Приріст населення склав:

- a. у 2011 році – 912 осіб (0,76 %);
- b. у 2012 році – 1216 осіб (1,01 %);
- c. у 2013 році – 716 осіб (0,59 %);
- d. у 2014 році – -558 осіб (-0,45 %).

Середній приріст населення за 4 роки склав 0,47 %.

2. Складемо математичну модель задачі у вигляді диференціального рівняння для невідомої функції зміни кількості населення з часом $A(t)$, враховуючи, що швидкість приросту кількості населення пропорційна кількості населення та є першою похідною від кількості населення, тобто $\frac{dA}{dt}$. На підставі умови задачі математична модель має вигляд: $\frac{dA}{dt} = kA$.

3. Розв'яжемо рівняння $\frac{dA}{dt} = kA$ як рівняння з відокремленими змінними.

$$\frac{dA}{A} = kdt, \quad \int \frac{dA}{A} = \int kdt, \quad \ln A = \ln e^{kt+C_1}.$$

Після потенціювання матимемо

$$A = e^{kt} \cdot e^{C_1} = Ce^{kt}. \quad (\text{Ж.1})$$

Перевіримо розв'язок за допомогою онлайн-калькулятора Math24.biz. Зауважимо, що за вимогами програми необхідно позначити невідому функцію як $y(x)$. Отримали розв'язок рівняння $y = C_1 e^{kx}$ (рис. Ж.1), що відповідає розв'язку, отриманому аналітично.

4. Знайдемо частинний розв'язок рівняння з урахуванням початкових умов $t = 0, A = A_0 = 119940$ (за початок беремо перші статистичні дані

таблиці Ж.1). Після підстановки початкових умов у рівняння (Ж.1) маємо $A_0 = Ce^{k \cdot 0} = C$, отже $C = A_0 = 119940$.

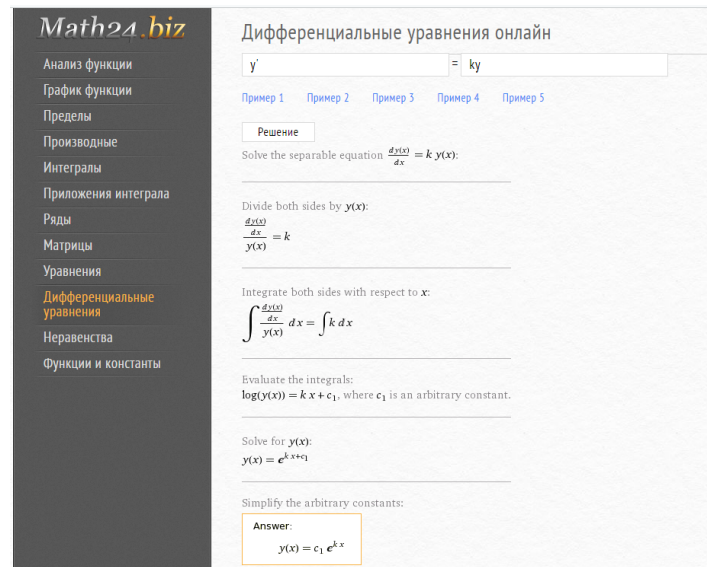


Рис. Ж.1. Зображення розв'язку диференціального рівняння у вікні онлайн-калькулятора Math24.biz.

Таким чином, розв'язок рівняння (Ж.1) набуває вигляду

$$A = A_0 \cdot e^{kt} = 119940 \cdot e^{kt}. \quad (\text{Ж.2})$$

5. Розрахуємо кількість населення через рік A_1 , скориставшись формулою $A_0 + \frac{aA_0}{100} = \frac{(100+a)A_0}{100}$, де A_0 – початкова кількість населення, річний приріст населення – $a\%$.

$A_0 = 119940$, $a\% = 0,76\%$, отже через рік кількість населення міста складе

$$A_1 = \frac{(100 + 0,76) \cdot 119940}{100} = 120852 \text{ (осіб.)}$$

Як видно, розрахункові дані співпадають зі статистичними на 2011 рік (див. табл. Ж.1).

6. Для обчислення коефіцієнта e^{kt} підставимо у частинний розв'язок (Ж.2) початкові умови $t = 1$, $A = A_1$.

$$A_1 = \frac{(100+a)}{100} A_0 = A_0 \cdot e^{kt}, \quad e^{kt} = \frac{(100+a)}{100}.$$

Таким чином, отримали частинний розв'язок у вигляді

$$A = A_0 \left(\frac{100 + a}{100} \right)^t. \quad (\text{Ж.3})$$

Формула (Ж.3) відображає залежність між кількістю населення та часом у відповідності до умов задачі.

7. Розрахуємо кількість населення міста Северодонецьк на 1 січня 2020 року, використовуючи формулу (Ж.3) за різні початкові умови.

A_0 – кількість населення на початок року, a – процент приросту населення за рік, $t = \tau$ –кількість років, що залишилася до 2020 року.

Таблиця Ж.2

A_0	a	$t = \tau$	A
119940	0,76	9	128402
120852	1,01	8	130930
122068	0,59	7	127169
122784	-0,45	6	119474
122226	0,47	5	125155

8. Розрахуємо середнє значення A для перших чотирьох рядків таблиці Ж.2. Воно дорівнює 126494 осіб.

Таким чином, можемо зробити висновок, що прогнозуема кількість населення відрізняється в залежності від початкових умов. Більш достовірними можна вважати результати, отримані із використанням декількох початкових умов, тобто ми вважаємо, що на 1 січня 2020 кількість населення міста Северодонецьк становитиме 126494 осіб.

Додаток 3

Завдання контрольної роботи для початкового контролю з дисципліни
Диференціальні рівняння

Варіант 1

1. Розв'яжіть рівняння

a) $x^2 - 3x - 4 = 0$,

b) $x^2 + 4 = 0$,

c) $x^2 + 4x = 0$.

2. а) Обчисліть визначники матриці $\begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 7 & 3 \end{vmatrix}$,b) Обчисліть визначник та розв'яжіть рівняння $\begin{vmatrix} 3-x & 1 \\ 2 & 4-x \end{vmatrix} = 0$.3. Оберіть самостійно програмний засіб для побудови таблиці значень та графіку функції $y = f(x)$ в заданому діапазоні значень x (від $x=a$ до $x=b$ з кроком h).

a)
$$f(x) = \begin{cases} \ln(x+1)^3, & x > 1, \\ \operatorname{tg} x - \operatorname{ctg} x - 2x, & -4 < x \leq 1, \\ e^{2x} - e^x + x, & x \leq -4, \end{cases} \quad a = 5, b = 6, h = 0,2;$$

4. Знайдіть похідну

a) $y = 4x / (4 + x^2)$,

b) $y = \ln(x^2 - 4)$.

5. Знайдіть змішану похідну другого порядку $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ функції двох змінних $z = \sin(xy)$.

6. Знайдіть невизначений інтеграл

a) $\int \sqrt[3]{x+1} dx$,

c) $\int \cos^2 x dx$,

b) $\int (1+3x)^3 dx$,

d) $\int \frac{dx}{x^2 + 2x + 5}$.

7. Відомо, що кількість зареєстрованих та видалених на поштовому сервері електронних скриньок за одиницю часу прямо пропорційна численності користувачів з коефіцієнтами k_1 та k_2 відповідно. Складіть диференціальне рівняння закону зміни кількості користувачів поштового серверу.

Варіант 2

1. Розв'яжіть рівняння

a) $x^2 + x - 6 = 0$,

b) $x^2 + 9 = 0$,

c) $x^2 - 2x = 0$.

2. a) Обчисліть визначники матриці $\begin{vmatrix} -1 & -4 \\ 3 & 2 \end{vmatrix}$,

b) Обчисліть визначник та розв'яжіть рівняння $\begin{vmatrix} -1-x & 2 \\ 2 & -1-x \end{vmatrix} = 0$.

3. Оберіть самостійно програмний засіб для побудови таблиці значень та графіку функції $y = f(x)$ в заданому діапазоні значень x (від $x=a$ до $x=b$ з кроком h).

a) $f(x) = \begin{cases} \ln(x), & x \geq 3, \\ e^x - 2 \operatorname{arctg} x, & 0 < x < 3, \\ x(\sin x - \cos x), & x \leq 0, \end{cases} \quad a = -5, b = 20, h = 0,5.$

4. Знайдіть похідну

a) $y = 2x / (1 + x^2)$,

b) $y = \ln(x^2 - 9)$.

5. Знайдіть змішану похідну другого порядку $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ функції двох змінних $z = \cos(xy)$.

6. Знайдіть невизначений інтеграл

a) $\int \sqrt[4]{x+2} dx$,

c) $\int \sin^2 x dx$,

b) $\int (2+x)^5 dx$,

d) $\int \frac{dx}{x^2 + 4x + 8}$.

7. Відомо, що кількість зареєстрованих та видалених на поштовому сервері електронних скриньок за одиницю часу прямо пропорційна численності користувачів з коефіцієнтами k_1 та k_2 відповідно. Складіть диференціальне рівняння закону зміни кількості користувачів поштового серверу.

Завдання контрольної роботи для підсумкового контролю з дисципліни Диференціальні рівняння

Варіант 1

1. Серед запропонованих рівнянь оберіть лінійне ДР першого порядку та розв'яжіть його, використовуючи тренажер «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку».

a) $yy'(1+x^2) = 1+y^2$;

b) $y' + 2xy = x \sin x \cdot e^{-x^2}$;

c) $4xy' + 3y = -e^x x^4 y^5$;

d) $2yxy' = x^2 + y^2$.

2. Для заданого диференціального рівняння за допомогою онлайн ресурс Wolfram|Alfa побудуйте інтегральну криву, що проходить через точку M .

$y' = 3y^{2/3}$, $M(1, 3)$.

3. Розв'яжіть запропоновані рівняння, визначивши їхній тип за допомогою тренажера «Типи рівнянь». Перевірте отримані результати за допомогою онлайн-калькулятора.

a) $(2x^2 + y^2) y' = y^2 + 2xy$;

b) $(2xe^y + y^3 e^x + 2) dx + (x^2 e^y + 3y^2 e^x) dy = 0$;

c) $(1+x) yy' = e^{x^2}$.

4. Знайдіть розв'язок задачі Коші $y'' + y = \frac{1}{\cos x}$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 0$. Для знаходження розв'язку ЛОДР 2-го порядку скористайтесь тренажером «Побудова загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння зі сталими коефіцієнтами».

5. Знайдіть, при яких значеннях параметрів α та β розв'язки системи

$$\begin{cases} x' = -5x - \frac{1}{\alpha} y, \\ y' = \beta x - 5y. \end{cases}$$

асимптотично стійкі або стійкі. Виконайте графічне

зображення розв'язку на площині (α, β) за допомогою програмного засобу GRAN 1.

6. Виконайте завдання кейсу, проаналізуйте отриманий результат, зробіть висновки.

Склад кейсу:

1. Завдання, що передбачає сформульовану задачу для побудови математичної моделі.
2. Інструкція про порядок виконання завдання.
3. Динамічна модель приросту населення.
4. Статистичні данні про кількість населення вказаного міста регіону за останні 5 років.
5. Формули для розрахунку приросту населення.
6. Формули для розрахунку чисельності населення через рік.
7. Онлайн-калькулятори MathForYou.net, Math24.biz.
8. Питання для обговорення.

Завдання кейсу.

Постановка задачі. Вважаючи, що швидкість приросту населення прямо пропорційна кількості населення, знайдіть залежність між кількістю населення A та часом t , якщо відомо, що в деякий момент, який ми приймаємо за початковий, кількість населення дорівнювала A_0 , а через рік вона збільшилася на a %. Обчисліть передбачувану на цій основі кількість населення вказаного міста на 1 січня 2020 року, попередньо розрахувавши на основі наданих статистичних даних середній приріст населення за попередні роки.

Варіант 2

1. Серед запропонованих рівнянь оберіть лінійне ДР першого порядку та розв'яжіть його, використовуючи тренажер «Лінійні диференціальні рівняння першого порядку».

a) $y' = x4^{x+y}$;

b) $xy' + y = x \ln x + 2$;

c) $xy' + y = y^2 \ln x$;

d) $x^2 y' = y^2 - 2x^2$.

2. Для заданого диференціального рівняння за допомогою онлайн ресурс Wolfram|Alfa побудуйте інтегральну криву, що проходить через точку M .

$$y' = \sqrt{y}, \quad M(0, 4).$$

3. Розв'яжіть запропоновані рівняння, визначивши їхній тип за допомогою тренажера «Типи рівнянь». Перевірте отримані результати за допомогою онлайн-калькулятора.

a) $x^2 y' = y^2 - 2x^2$;

b) $(\sin x + y) dx + (y \cos y^2 + x) dy = 0$;

c) $\operatorname{tg} x dy + \sqrt{1-y} dx = 0$.

4. Знайдіть розв'язок задачі Коші $y'' + y = \frac{1}{\sin x}$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 1$. Для

знаходження розв'язку ЛОДР 2-го порядку скористайтеся тренажером «Побудова загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння зі сталими коефіцієнтами».

5. Знайдіть, при яких значеннях параметрів α та β розв'язки системи

$$\begin{cases} x' = -2x - \frac{1}{\alpha} y, \\ y' = \beta x - 2y. \end{cases} \text{ асимптотично стійкі або стійкі. Виконайте графічне}$$

зображення розв'язку на площині (α, β) за допомогою програмного засобу GRAN 1.

6. Виконайте завдання кейсу, проаналізуйте отриманий результат, зробіть висновки.

Склад кейсу:

1. Завдання, що передбачає сформульовану задачу для побудови математичної моделі.
2. Інструкція про порядок виконання завдання.
3. Динамічна модель приросту населення.
4. Статистичні данні про кількість населення вказаного міста регіону за останні 5 років.

5. Формули для розрахунку приросту населення.
6. Формули для розрахунку чисельності населення через рік.
7. Онлайн-калькулятори MathForYou.net, Math24.biz.
8. Питання для обговорення.

Завдання кейсу.

Постановка задачі. Вважаючи, що швидкість приросту населення прямо пропорційна кількості населення, знайдіть залежність між кількістю населення A та часом t , якщо відомо, що в деякий момент, який ми приймаємо за початковий, кількість населення дорівнювала A_0 , а через рік вона збільшилася на a %. Обчисліть передбачувану на цій основі кількість населення вказаного міста на 1 січня 2020 року, попередньо розрахувавши на основі наданих статистичних даних середній приріст населення за попередні роки.

Тестові завдання, що використовувалися для визначення рівня сформованості дій

1. Серед зазначених рівнянь оберіть диференціальне.

a) $4x_2^2 - 3x_3^2 + 4x_1x_2 - 4x_1x_3 + 8x_2x_3 = 0$;

b) $-2xy - 2x - 2y + 1 = 0$;

c) $xy' + xe^{\frac{y}{x}} - y = 0$;

d) $x^2y - 2x - 2y^3 + 1 = 0$.

2. Визначте порядок запропонованого диференціального рівняння $y''' + (y')^2 = 2e^{-x}$.

- a) перший;
- b) другий;
- c) третій;
- d) четвертий.

3. Вкажіть тип диференціального рівняння $y' \cos^2 x + y = y^2 \operatorname{tg} x$.

- a) диференціальне рівняння першого порядку з відокремленими змінними;
- b) диференціальне рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними;

- с) лінійне диференціальне рівняння першого порядку;
 d) рівняння Бернуллі.

4. Для диференціального рівняння з відокремлюваними змінними $yy' = 5\sqrt{y}$ оберіть множник, що є функцією, котра залежить лише від змінної x .

a) $\varphi(y) = 5\sqrt{y}$;

b) $\varphi(y) = \frac{1}{\sqrt{y}}$;

с) $\varphi(y) = 5$;

d) $\varphi(y) = 5y$.

5. Оберіть серед запропонованих диференціальних рівнянь рівняння з відокремленими змінними.

a) $(x + y + 1) dx + (2y + 2x - 1) dy = 0$;

b) $xy dx + x^2 y^3 dy = 0$;

с) $x dx + y^3 dy = 0$;

d) $4yy' = -\operatorname{tg} x(4 + y^4)$.

6. Для лінійного диференціального рівняння першого порядку $xy' + (x + 1)y = 3x^2 e^{-x}$ визначте $P(x)$.

a) $P(x) = \frac{x+1}{x}$;

b) $P(x) = \frac{1-2x}{x^2}$;

с) $P(x) = -\frac{1}{x}$;

d) $P(x) = 3x^2 e^{-x}$.

7. Серед наведених рівнянь оберіть лінійні.

a) $xy' + y = x^2 + 3x + 2$;

b) $(x - y) dx + (2y - x + 1) dy = 0;$

c) $t dx + (x - t \sin t) dt = 0;$

d) $y' + \frac{x^2 + y^2}{xy} = 0.$

8. Серед зазначених функцій оберіть однорідні.

a) $f(x, y) = x^2 + 2xy + 4y^2;$

b) $f(x, y) = x^3 + 2y + 4y^2;$

c) $f(x, y) = \frac{2xy + 4y^2 + 3x - 1}{x};$

d) $f(x, y) = \frac{x + y}{x - y}.$

9. Визначте порядок однорідної функції $f(x, y) = \frac{y}{x} \cos \frac{y}{x} + 1.$

a) нульовий;

b) перший;

c) другий;

d) третій.

10. Серед наведених функцій оберіть функцію двох змінних.

a) $xy + (x + 1)y = 3x^2 e^{-x};$

b) $z = \frac{y}{x} + x^2;$

c) $z = \cos t + 2 \sin t;$

d) $y = \sqrt{e^{2x} - 3x^2 + 1}.$

11. Оберіть функцію, що є частинною похідною $\frac{\partial z}{\partial y}$ функції

$$z = (x - y)(x + y).$$

a) $(x - y);$ b) $2xy;$ c) $(x + y);$

d) $-2y$.

12. Диференціальне рівняння має вигляд $M(x, y)dx + N(x, y)dy = 0$. Чи можна стверджувати, що це рівняння у повних диференціалах?

a) так;

b) ні, це рівняння (вказіть тип).

13. Серед наведених тверджень оберіть правильні.

a) диференціальне рівняння другого порядку містить квадрат похідної шуканої функції;

b) загальний розв'язок диференціального рівняння третього порядку має три сталі інтегрування;

c) диференціальне рівняння другого порядку є функцією змінної, шуканої функції та її першої та другої похідних;

d) частинний розв'язок диференціального рівняння третього порядку – це функція, що частково задовольняє умови рівняння.

14. Вкажіть тип диференціального рівняння $yy'' = 1 + y'^2$.

a) рівняння, що може розв'язуватись відносно похідної;

b) рівняння, що не містить незалежну змінну;

c) рівняння, що не містить шукану функцію;

d) рівняння, що не містить шукану функцію та її похідні до k -го порядку.

15. Закінчить формулювання.

1) у складі диференціального рівняння 2-го порядку має міститись похідна шуканої функції порядку;

2) спосіб розв'язування диференціального рівняння вищого порядку залежить від рівняння;

3) диференціального рівняння n -го порядку у своєму складі обов'язково має похідну шуканої функції порядку;

4) розв'язком диференціального рівняння n -го порядку є неперервна

16. В складі диференціального рівняння є похідні шуканої функції другого та третього порядків. Чи означає це, що запропоновано лінійне рівняння третього порядку? Відповідь поясніть.

a) так ;

b) ні.

17. Серед наведених диференціальних рівнянь n -го порядку оберіть лінійні.

a) $y'' + 4y' + 4y = 3e^{-x}$;

b) $2yy'' - (y')^2 = y'$;

c) $xy'' + x(y')^2 - 2y' = 0$;

d) $y'' + 4y' + 4y = 0$.

18. Вкажіть загальний розв'язок наведеного лінійного однорідного рівняння 2-го порядку $y'' + y = 0$.

a) $y = C \cos x$;

b) $y = C_1 e^x + C_2 e^{-x}$;

c) $y = C_1 \cos x + C_2 \sin x$;

d) $y = \cos x + \sin x$.

19. Серед наведених функцій оберіть ту, що є розв'язком рівняння $y'' + y = \frac{1}{\sin x}$.

a) $y = \cos x$;

b) $y = \ln|\sin x|$;

c) $y = (x + \bar{c}_1) \cos x + (\ln|\sin x| + \bar{c}_2) \sin x$;

d) $y = \cos x + \sin x$.

20. Серед наведених функцій оберіть такі, які мають вигляд спеціальної правої частини лінійного неоднорідного диференціального рівняння.

a) $3e^{-x}$;

b) $\arctg 2x$;

c) $\sqrt{x^2 - 1}$;

d) $\arcsin x$.

21. Оберіть функцію, що відображає загальний вигляд частинного розв'язку запропонованого лінійного неоднорідного диференціального рівняння $y'' - 7y' + 12y = 5$.

- a) $y^* = A$;
- b) $y^* = (Ax + B)e^{3x}$;
- c) $y^* = (Ax^2 + Bx + C) \sin 2x + (Dx^2 + Ex + F) \cos 2x$;
- d) $y^* = A \sin 2x + B \cos 2x$.

22. Серед наведених функцій оберіть ту, що є розв'язком рівняння $y'' + y = \frac{1}{\sin x}$.

- a) $y = \cos x$;
- b) $y = \ln|\sin x|$;
- c) $y = (x + \bar{c}_1) \cos x + (\ln|\sin x| + \bar{c}_2) \sin x$;
- d) $y = \cos x + \sin x$.

23. Серед наведених тверджень оберіть правильні.

- a) до складу системи диференціальних рівнянь може входити два диференціальні рівняння;
- b) рівняння, що входять до складу системи, обов'язково мають функцію незалежної змінної;
- c) порядок системи диференціальних рівнянь визначає максимальний порядок похідних шуканих функцій;
- d) розв'язком системи диференціальних рівнянь є неперервна функція однієї змінної.

24. Серед наведених систем диференціальних рівнянь оберіть такі, що відносяться до нормальних.

- a)
$$\begin{cases} xy' + y'' = \sin t, \\ x'y = \cos t. \end{cases}$$
- b)
$$\begin{cases} (2x + 3y)x' = x, \\ (2x + 3y)y' = y. \end{cases}$$

$$\text{c) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x + y, \\ \frac{dy}{dt} = x - y. \end{cases}$$

$$\text{d) } \begin{cases} x' = 4x + 3y + t, \\ y' = -2x - y. \end{cases}$$

25. Закінчить формулювання.

a) визначник $\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix}$ дорівнює....;

b) рівняння $|A - \lambda E| = 0$ називається;

c) корені характеристичного рівняння матриці називаються;

d) якщо розв'язати матричне рівняння вигляду $(A - \lambda E) \cdot K = 0$, то можна знайти ..., який відповідає власному значенню λ .

26. Серед наведених рядів оберіть степеневі.

a) $1 + x + x^2 + \dots + x^n + \dots$;

b) $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{2^n} + \dots$;

c) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{3n^2 + 2}$;

d) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{y^{(n)}(1)}{n!} (x-1)^n$.

27. Серед наведених тверджень оберіть правильні.

a) системи диференціальних рівнянь описують соціальні процеси;

b) до системи диференціальних рівнянь першого порядку входять диференціальні рівняння першого порядку;

c) розв'язком системи диференціальних рівнянь називається сукупність функцій, яка при підстановці в кожне з рівнянь перетворює його на тотожність;

d) нормальна система диференціальних рівнянь містить нормовані функції.

28. Серед наведених рівнянь оберіть похідну для диференціального рівняння $y' = x^2 + y^2$.

- a) $y'' = 2x + 2y$;
- b) $y'' = 2x + 2yy'$;
- c) $y'' = 2yy'$;
- d) $y' = 2x + y'$.

29. Серед наведених тверджень оберіть правильні.

- a) розв'язування диференціального рівняння – це знаходження функції, що разом із своїми похідними задовольняє задане рівняння;
- b) аналітично можна розв'язати будь-яке диференціальне рівняння та будь-яку систему диференціальних рівнянь;
- c) будь-який розв'язок диференціального рівняння є стійким;
- d) розв'язок диференціального рівняння чи системи диференціальних рівнянь є неперервна функція двох змінних.

30. Визначте характер точки спокою системи $\begin{cases} x' = 2x - y, \\ y' = x + y. \end{cases}$

- a) стійкий вузол;
- b) нестійкий вузол;
- c) сідло;
- d) стійкий фокус.

Приклад сертифікаційного тесту Digital Literacy від Microsoft Corporation

1. Які задачі можна виконувати за допомогою Інтернету? Оберіть три відповіді.

- a) запис даних на CD-диск;
- б) зняття грошей з рахунку;
- в) технічне обслуговування автомобілю;
- г) відправка повідомлень електронної пошти;
- д) придбання квитків до подорожі;
- ж) спілкування у режимі реального часу.

2. За допомогою текстового процесору ви можете створити та зберегти текстовий документ. До якого типу інформації належить текст у документі?

- а) прикладна програма;
- б) операційна система;
- в) обладнання;
- г) дані.

3. Припустимо, Вам потрібно переглянути всі комп'ютери у мережі, до яких відкрито загальний доступ. Яким із наведених нижче пунктів меню «Пуск» ви користуєтесь?

- а) програмі за замовчуванням;
- б) підключення;
- в) мережа;
- г) комп'ютер.

4. Ви переглядаєте документ у програмі Microsoft Office Word 2003. Потрібно замінити слово на інше слово з таким самим значенням. Яку функцію можна для цього використовувати?

- а) копіювання та вставлення;
- б) автозаміна;
- в) довідкові матеріали;
- г) тезаурус.

5. Програму якого типу можна використовувати для створення візитних карток та брошур?

- а) програма обміну миттєвими повідомленнями;
- б) настільна видавнича система (DTR);
- в) програма створення фільмів;
- г) антивірусне програмне забезпечення;

6. Який тип об'єктів використовується для організації та зберігання даних у Microsoft Excel 2010.

- а) таблиця;
- б) запит;
- с) форма;

г) звіт.

7. Які три типи об'єктів можна створити за допомогою Microsoft Access 2010? Оберіть три відповіді.

- а) відеоролики;
- б) малюнки;
- в) форми;
- г) анімації;
- д) таблиці;
- є) звіти.

8. Що таке Інтернет?

- а) електронний пристрій для друку документів;
- б) всесвітня система різних комп'ютерних мереж, пов'язаних між собою;
- в) джерело резервного харчування;
- г) програма, встановлена на комп'ютері.

9. Що таке обладнання?

- а) фізичні компоненти комп'ютера;
- б) елемент інформації;
- в) правила, що призначені для взаємодії комп'ютерів між собою;
- г) команди для керування роботою програм.

10. Яка дія може захистити дані комп'ютеру у разі землетрусу?

- а) використання антишпигунського обладнання;
- б) установка брандмауера для захисту від злодіїв;
- в) архівація даних та зберігання їх на іншому носії.

11. Припустимо, Ви маєте бажання поспостерігати за футбольним матчем за участю Вашого товариша, але ви на роботі та зайшли на веб-сайт місцевої інформаційної агенції, щоб подивитися пряму трансляцію.

Яку веб-технологію для роботи з відео використовує місцева інформаційна агенція?

- а) веб-конференція;
- б) потокова передача відео у режимі реального часу;
- в) потокова передача відео за запитом;

г) протокол VoIP.

12. Припустимо, Ви зняли на цифрову камеру, як Ваш повариш катається на велосипеді. Потрібно видалити частину відео, у якій товариша занесло. Який тип програмного забезпечення дає змогу зробити це?

а) програмне забезпечення для створення презентацій;

б) настільна видавнича система;

в) програмне забезпечення для обміну миттєвими повідомленнями;

г) програмне забезпечення для редагування цифрового відео.

13. Назвіть основні функції операційної системи. Оберіть чотири відповіді.

а) керування файловою системою;

б) запуск програм;

в) керування зберіганням даних;

г) сканування зображень;

д) керування розподілом пам'яті;

є) виявлення вірусів.

14. Де в цифровій камері зберігаються зображення?

а) графічна плата;

б) плівка;

в) флеш-пам'ять;

г) стрічка.

15. Який пристрій може бути використано для відтворення музичного компакт-диску?

а) транзисторний радіоприймач;

б) DVD-плеєр;

в) аналогова відеокамера;

г) мікрофон.

16. Який пристрій можна використовувати для комп'ютерних ігор та прослуховування музики?

а) смартфон;

б) веб-камера;

в) транзисторний радіоприймач;

г) відеокамера.

17. Під час роботи з документом ви, мабуть, звертали увагу на невелику блимаючу смугу, що залишається на місці, доки Ви не клікнете мишею в іншому місці.

Як називається ця вертикальна блимаюча смуга?

- а) полоса прокрутки;
- б) курсор;
- в) рядок стану;
- г) вказівник миші.

18. Припустимо, що Вам потрібно скористатися панеллю інструментів, що з'являється при виділенні тексту.

Який параметр є на міні-панелі інструментів?

- а) стилі;
- б) вирізати;
- в) копіювати;
- г) міжрядковий інтервал.

19. Який параметр у додатку Microsoft Power Point 2010 можна використовувати для додавання таблиць?

- а) показ слайдів;
- б) дизайн слайду;
- в) зміна слайдів;
- г) орієнтація слайду.

20. Які три задачі можна виконати за допомогою текстового процесору. Оберіть три відповіді.

- а) створення документів;
- б) друк сторінок;
- в) розміщення веб-сайту;
- г) форматування тексту;
- д) спілкування в режимі реального часу;
- є) редагування відеозаписів.

21. Припустимо, що Вам необхідно відправити повідомлення електронної пошти двом друзям. Ви бажаєте, щоб один Ваш друг бачив адресу електронної пошти другого.

Яке поле потрібно обрати для адреси електронної пошти першого друга?

- а) СК;
- б) тема;
- в) копія;
- г) кому.

22. Припустимо, що Ви ведете облік у додатку Microsoft Excel 2010.

Яка кнопка панелі інструментів може бути використана для обчислення підсумкової суми витрат?

- а) автосума;
- б) автореферат;
- в) автоформат;
- г) авторозрахунок.

23. Який процес виконує програмне забезпечення запису компакт-дисків?

- а) виконання потокової передачі цифрових звукових файлів з компакт-диску;
- б) відтворення цифрових звукових файлів та файлів відео з компакт-диску;
- в) запис даних на компакт-диск;
- г) зчитування зображень зі сканеру.

24. Які задачі можна виконувати за допомогою програми синтезу мови?

- а) передача звукових файлів у Інтернет;
- б) розпізнавання людської мови у звукових файлах;
- в) передача голосових команд комп'ютеру;
- г) перетворення тексту у звук.

25. Яку програму слід використати для доступу до веб-сайту?

- а) антивірусне програмне забезпечення;
- б) клієнт електронної пошти;

- в) веб-браузер;
- г) текстовий процесор.

26. Яка програма може виявити і запобігти зловмисні дії на комп'ютері?

- а) анти шпигунське програмне забезпечення;
- б) програма-троян;
- в) вірус-черв;
- г) Eternet.

27. Яку дію можна вважати порушенням авторського права?

- а) розповсюдження чужої авторської роботи під своїм ім'ям;
- б) читання матеріалу, опублікованого на загальнодоступному веб-сайті;
- в) спільне використання адресу веб-сайту;
- г) цитування абзацу та вказування джерела інформації;

28. Яку інформацію необхідно надати для входу до системи комп'ютера? Надайте дві відповіді.

- а) пароль;
- б) робочу адресу;
- в) домашню адресу;
- г) назву установи;
- д) ім'я користувача.

29. Який компонент комп'ютера виконує обчислення?

- а) монітор;
- б)) DVD-диск;
- в) центральний процесор (ЦП);
- г) жорсткий диск.

30. Що таке роздільна здатність? Оберіть два пункти.

- а) чіткість зображення;
- б) розмір об'єктива;
- в) можливості масштабування зображення камерою;
- г) різкість зображення;
- д) колір зображення.

**Приклад підсумкового тесту для перевірки сформованості
інформатичних компетентностей**

1. Які можливості пропонують інтернет-ресурси, що допомагають опанувати диференціальні рівняння? Оберіть три відповіді.

- а) ознайомлення з теоретичним матеріалом;
- б) зняття грошей з рахунку;
- в) розв'язування диференціальних рівнянь;
- г) відправка повідомлень електронної пошти;
- д) приклади розв'язаних диференціальних рівнянь;
- ж) спілкування у режимі реального часу.

2. Які дії не можуть бути виконані за допомогою онлайн-калькулятора Math24.biz?

- а) обчислення похідної;
- б) розв'язування системи рівнянь;
- в) розв'язування диференціальних рівнянь;
- г) побудова графіку функції.

3. Припустимо, Вам потрібно побудувати інтегральну криву. Яким додатком Ви скористаєтесь?

- а) Microsoft Word;
- б) Paint 3D;
- в) Gran 1;
- г) Gran 2.D

4. Вкажіть, за допомогою якого програмного засобу побудовано інтегральну криву, що наведена на рисунку 3.1?

- а) DG;
- б) Maxima;
- в) Scilab;
- г) Gran 1.

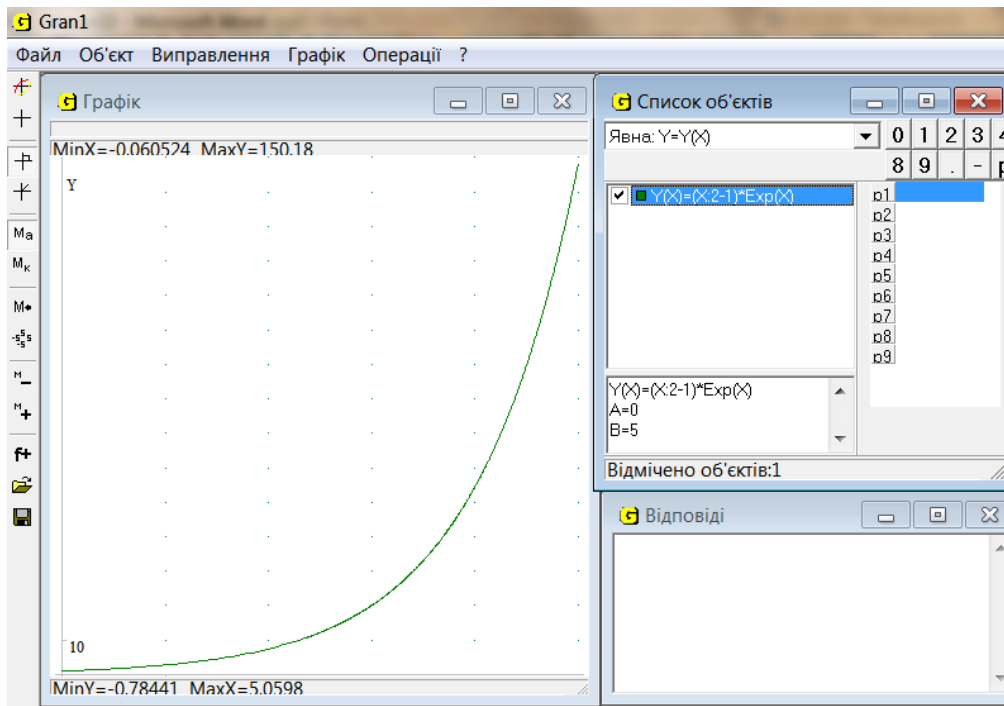


Рис. 3.1. Зображення інтегральної кривої

5. Які з наведених програмних засобів є хмарним розв'язальником. Оберіть три відповіді.

- а) Maxima;
- б) Math24.biz;
- в) Difur.in.ua;
- г) Reshit-online.ru;
- д) Scholar.google.com.ua;
- є) MatCabi.net.

6. Що таке Інтернет?

- а) електронний пристрій для друку документів;
- б) всесвітня система різних комп'ютерних мереж, пов'язаних між собою;
- в) джерело резервного харчування;
- г) програма розв'язування диференціальних рівнянь.

7. Вам запропоновано процедуру реалізації модифікованого методу Ейлера розв'язування диференціального рівняння (рис 3.2). Оберіть програмний засіб, за допомогою якого може бути розроблена програма реалізації цієї процедури.

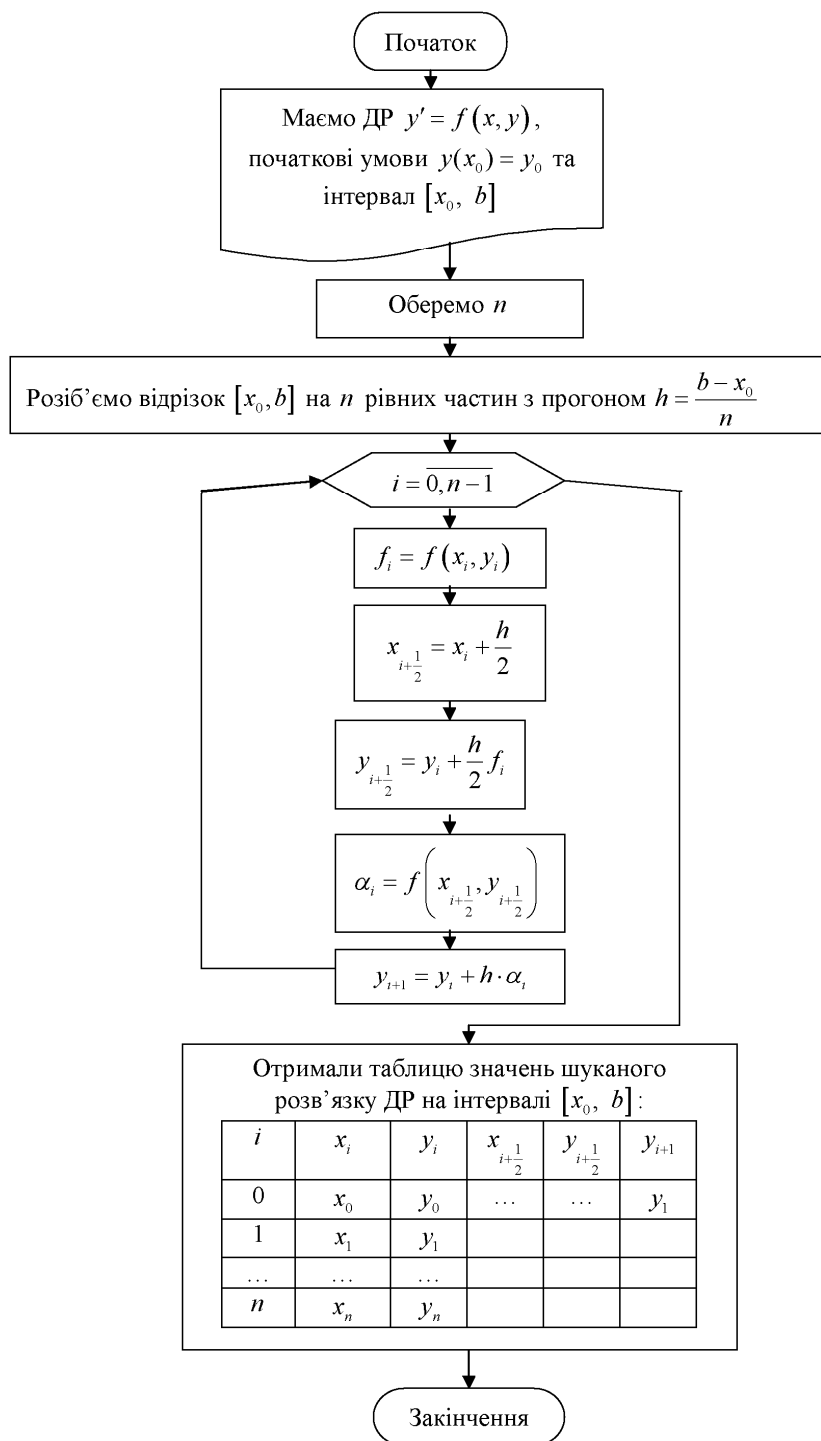


Рис. 3.2. Зображення процедури модифікованого методу Ейлера розв'язування диференціального рівняння

- а) Microsoft Power Point
- б) Scilab
- с) Turbo Pascal
- г) Java

8. Припустимо, що Ви ведете розрахунки у Microsoft Excel 2010. Яка кнопка панелі інструментів може бути використана для обчислення підсумкової суми витрат?

- а) автосума;
- б) автореферат;
- в) автоформат;
- г) авторозрахунок.

9. Серед наведених програм оберіть три системи комп'ютерної математики. Оберіть три відповіді.

- а) Maxima;
- б) Java;
- в) MathCad;
- г) Turbo Pascal;
- д) Mathematica;
- є) MatCabi.net.

10. Який компонент комп'ютера виконує обчислення?

- а) монітор;
- б) DVD-диск;
- в) центральний процесор (ЦП);
- г) жорсткий диск .

11. Яку програму слід використати для доступу до веб-сайту, що уможливорює опанування диференціальних рівнянь?

- а) антивірусне програмне забезпечення;
- б) клієнт електронної пошти;
- в) електронну таблицю;
- г) веб-браузер;
- д) текстовий процесор.

12. Сукупність математичних відношень, рівнянь, нерівностей і т.і., що описують основні закономірності, притаманні процесу, об'єкту чи системі, що досліджується, має назву:

- а) математичний процес;
- б) математична модель;
- в) математичний закон;
- г) модель процесу.

13. Різниця між виміряним (обчисленим) та істинним (точним) значенням вимірюваної (обчислювальної) величини, виражена в долях чи відсотках її істинного значення – це.

- а) помилка;
- б) абсолютна похибка;
- в) різниця;
- г) відносна похибка.

14. Які три задачі можна виконати за допомогою програмного засобу Gran 1. Оберіть три відповіді.

- а) створення документів;
- б) побудова графіку функції;
- в) знаходження екстремумів функції;
- г) форматування тексту;
- д) обчислення значення функції в точці;
- є) редагування відеозаписів.

15. Оберіть три можливості пакету динамічної геометрії DG. Оберіть три відповіді.

- а) розв'язування диференціальних рівнянь;
- б) створення ілюстрацій;
- в) створення моделей;
- г) створення текстових документів;
- д) створення динамічних моделей;
- є) створення баз даних.

16. Яку функцію використовують для розв'язання диференціальних рівнянь у символічному виді в СКМ Maxima?

- а) plot3d;
- б) integrate;

- в) desolve;
- г) taylor.

17. На рисунку 3.3 зображено інтегральну криву ($x(t)$) та графік часткової суми чисельного розв'язку диференціального рівняння ($X(t)$). Які відомості можна отримати з рисунку?

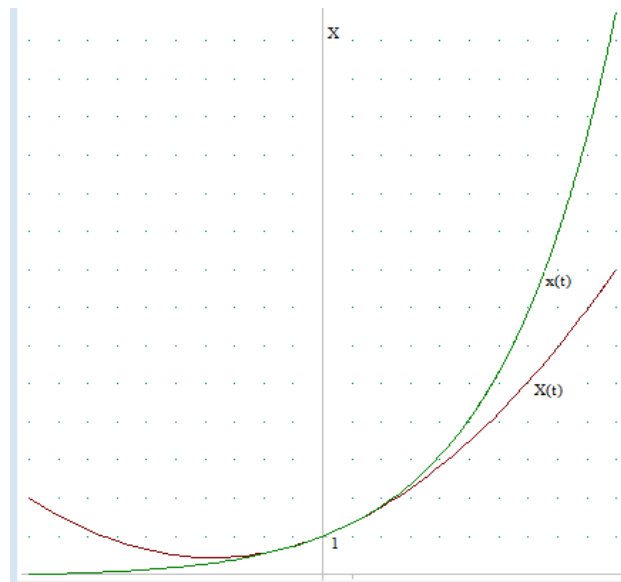


Рис. 3.2. Зображення інтегральної кривої та графіку часткової суми чисельного розв'язку диференціального рівняння

- а) інтегральна крива та графік часткової суми чисельного розв'язку диференціального рівняння співпадають;
- б) розв'язок диференціального рівняння не залежить від способу розв'язання;
- в) в околі точки $t = 0$ графіки співпадають;
- г) чисельне розв'язання дає невірний результат.

18. Як швидко знайти потрібний навчальний матеріал?

- а) спитати у одногрупників;
- б) знайти відповідь у підручнику;
- в) скористатися можливостями Інтернет;
- г) передплатити спеціалізований журнал.

19. Оберіть три засоби, які можуть допомогти навчитися розв'язувати диференціальні рівняння. Оберіть три відповіді.

- а) комп'ютерні тренажери;
- б) соціальні мережі;
- в) спеціалізовані сайти навчального призначення;
- г) інтернет-форуми;
- д) віртуальна класна кімната;
- є) електронні бібліотеки.

20. Які можливості надає використання сайту навчального призначення з дисципліни «Диференціальні рівняння»? Оберіть три відповіді.

- а) цікаве спілкування;
- б) оперативний доступ до навчальних матеріалів;
- в) можливість навчатися у зручному темпі;
- г) відсутність контролю успішності;
- д) можливість самостійно перевірити свої знання;
- є) можливість оперативно отримати відповіді на запитання.

Додаток К

Перелік закладів, у практику яких упроваджено методику навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук

1. Інститут хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (акт № 146-07/15 від 04.04.2017).

2. Вінницький національний технічний університет (акт № 11/16 від 03.03.2017).

3. Донбаська державна машинобудівна академія (акт № 012-05/304 від 09.03.2017).

4. Криворізький металургійний інститут Національної металургійної академії України (акт № 01/37-49 від 03.03.2017).

5. ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (акт № 67/36-84 від 30.03.2017).

Охарактеризуємо склад учасників педагогічного експерименту (табл. К.1)

Таблиця К.1

Характеристика складу учасників педагогічного експерименту

Назва навчального закладу	Тривалість експерименту	Назва та шифр спеціальності	Загальна кількість учасників експерименту	Розмір ЕГ	Розмір КГ
Інститут хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля	2011-2014	6.040302 - Інформатика	79	39	40
	2015-2016	122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології			
Вінницький національний технічний університет	2012-2016	122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології	86	44	42
Донбаська державна машинобудівна академія	2011-2016	122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології	95	50	45
		124 – Системний аналіз			
Криворізький металургійний інститут Національної металургійної академії України	2013-2016	151 – Автоматизація та комп'ютерні технології	75	37	38
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»	2013-2016	113 – Прикладна математика	97	49	48
		122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології			
Разом:			432	219	213

Визначення обсягу вибірки

Визначимо обсяг вибірки з урахуванням умов, що забезпечують репрезентативність відбору.

За даними МОН України, у 2016-2017 навчальному році підготовку студентів за спеціальністю 122 – Комп’ютерні науки здійснював 181 ЗВО, а навчається на 1-2 курсах 7964 майбутніх фахівців.

Для визначення обсягу вибірки із загальної сукупності об’єктів генеральної сукупності, що досліджується, скористаємось формулою (К.1):

$$n = \frac{t^2 \cdot w \cdot (1-w) \cdot N}{\Delta^2 \cdot N + t^2 \cdot (1-w) \cdot w}, \quad (\text{К.1})$$

де n – обсяг вибірки;

N – обсяг генеральної сукупності;

w – відносна частота явища, що досліджується;

Δ – гранична похибка вибірки, яка відображає точність даної вибірки (відхилення вибіркової відносної частоти w від генеральної p) з певною ймовірністю, обумовленою величиною рівня значущості.

Ймовірність відхилення вибіркової відносної частоти, яка досліджується, від відповідної ймовірності генеральної сукупності $p = w \pm \Delta$ приймемо рівною 5%, тоді $t \cong 2$.

Для визначення обсягу вибірки приймемо максимальне значення добутку $w \cdot (1-w)$ рівним 0,25 при $w = 0,5$.

Тоді $n \cong 430$.

Отже, вибірка з 432 студентів, що вивчають диференціальні рівняння, є репрезентативною.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

пр. Радянський, 59А, м. Северодонецьк, Луганська обл., 93406
тел./факс: (06452) 4-03-42 <http://www.snu.edu.ua/>, e-mail: uni.snu.edu@gmail.com,
код ЄДРПОУ 02070714

04.04.14 № 146-04/15 На № _____ від _____

АКТ

впровадження результатів дослідження
Сітак Ірини Вікторівни з теми *«Методика навчання диференціальних рівнянь
майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій»*
на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності
13.00.02 – теорія і методика навчання (математика)

Сучасні тенденції до збільшення питомої ваги самостійної роботи студентів із фундаментальних та фахових дисциплін, домінування класичного підходу до викладання математичних дисциплін, зокрема диференціальних рівнянь, низький рівень базової шкільної підготовки абітурієнтів вищих навчальних закладів зумовлює *актуальність* дослідження Ірини Вікторівни Сітак «Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій».

Експериментальна апробація розробленої комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь бакалаврів з інформаційних технологій проводилось протягом 2011-2014 навчальних років під час навчання диференціальних рівнянь студентів напряму 6.040302 «Інформатика», 2015-2016 навчальних років – студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». Всього у експерименті були задіяні 79 студентів других курсів факультету хімічних та інформаційних систем Інституту хімічних технологій (м. Рубіжне) Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля.

Запропонована дисертантом комп'ютерно-орієнтована методична система опанування диференціальних рівнянь сприяла удосконаленню методів, форм і засобів навчання під час організації навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Розміщення навчально-методичного забезпечення в контенті сайту «Диференціальні рівняння» (режим доступу <http://difur.in.ua/>) забезпечило співпрацю викладачів зі студентами та студентів між собою під час аудиторного і самостійного навчання. Система професійно-орієнтованих задач навчального посібника «Комп'ютерно-

орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь» сприяла формуванню у студентів умінь математичного моделювання.

Аналіз результатів педагогічного експерименту підтвердив, що впровадження, розробленої І. В. Сітак комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь, сприяло позитивній динаміці рівнів певних умінь студентів. Для студентів експериментальної групи спостерігалось покращення рівнів сформованих умінь застосування процедур розв'язування диференціальних рівнянь на 20,5 %, вмінь математичного моделювання – на 7,7 %. Рівень ІКТ-грамотності студентів підвищилася на 18 %.

Крім того, перевірявся вплив розробленої методичної системи на параметри якостей сформованих розумових дій у студентів. Показники студентів контрольної групи значно відрізнялися від показників студентів експериментальної групи на користь останньої. Підтвердилась позитивна динаміка вибірових середніх таких параметрів, як-от розумність покращилась на 0,29, усвідомленість – на 0,18, узагальненість – на 0,22, критичність – на 0,13, засвоєнність – на 0,27, надійність – на 0,19.

Уважасмо, що методична система, запропонована І. В. Сітак, може бути рекомендована для навчання диференціальних рівнянь в інших вищих технічних навчальних закладах.

Акт видано для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Проректор з наукової роботи
СНУ ім. В. Даля, д.х.н., доцент

Е. В. Потапенко

Завідувач кафедри вищої математики та
комп'ютерних технологій, к. ф.-м. н., доцент

А. С. Тімошин





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95

Тел.: (0432) 56-08-48 Факс: (0432) 46-57-72 Ел. пошта: vntu@vntu.edu.ua

Н/16 № 03.03.17
на № _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення, д.т.н., професор



Романюк О.Н.

03.03.17

впровадження результатів дослідження

Сітак Ірини Вікторівни з теми «*Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій*»

на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності 13.00.02 – теорія і методика навчання (математика)

Згідно закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки на період до 2020 року», одним із пріоритетних напрямів державної політики є розвиток інформаційного суспільства в Україні та впровадження новітніх інформаційно-комунікаційних технологій у всі сфери суспільного життя. Невідповідність між розвитком та поширенням комп'ютерних технологій та рівнем їх використання у навчанні вищої математики майбутніх фахівців з інформаційних технологій зумовлює *актуальність* дослідження Ірини Вікторівни Сітак «Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій».

Дослідження результативності створеної комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь проводилось протягом 2012-2016 навчальних років під час навчального процесу з вищої математики студентів 1-2 курсу спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». В експерименті взяли участь 86 студентів.

Автором здійснено комплексний підхід до навчання диференціальних рівнянь майбутніх фахівців з ІТ та запропонована методична система, яка уможлиблює опанування студентами вмінь, необхідних для подальшого вивчення професійно-орієнтованих дисциплін, забезпечення їх знань, умінь та навичок використання комп'ютерно-орієнтованих технологій у дослідженнях, пов'язаних з науковою та професійною діяльністю, формування досвіду майбутньої професійної діяльності. В процесі

викладання диференціальних рівнянь як розділу вищої математики застосовувались матеріали навчального посібника «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь», навчальні та методичні матеріали модулів сайту «Диференціальні рівняння» (режим доступу <http://difur.in.ua/>).

Формувальний етап експерименту показав, що розроблена І. В. Сітак комп'ютерно-орієнтована методична система навчання, сприяє успішному розвитку вмінь застосування процедур розв'язування диференціальних рівнянь та математичного моделювання, підвищенню рівня ІКТ-грамотності студентів. За результатами впровадження методичної системи в процес навчання бакалаврів з інформаційних технологій підтверджено позитивну динаміку рівнів вмінь студентів експериментальної групи із застосування процедур розв'язування диференціальних рівнянь – на 14,1 %, математичного моделювання – на 10,3% , ІКТ-грамотність покращилась на 18%.

Результати дослідження отримали схвальні відгуки від викладачів. Запропоновані дисертантом навчальні матеріали можуть бути рекомендовані для використання в інших вищих технічних навчальних закладах.

Акт видано для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Заступник першого проректора
з навчальної та науково-методичної роботи

к.т.н., професор



Л. Лисенко

Заступник декана ФІТКІ
з навчально-методичної роботи

к.пед.н, доцент



С.А. Кирилашук

Завідувач кафедри вищої математики,

д. т. н., професор



В. М. Михалевич



Міністерство освіти і науки України

Донбаська державна машинобудівна академія

вул. Академічна, 72, м. Краматорськ, Донецька обл., 84313. E-mail: dgma@dgma.donetsk.ua
Тел. (0626) 41-68-09. Факс (0626) 41-63-15. Web: <http://www.dgma.donetsk.ua>. Код ЄДРПОУ 02070789

09.03.17 № 012-05/304 На № _____ від _____

АКТ

впровадження результатів дослідження
Сітак Ірини Вікторівни з теми *«Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій»*
на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності
13.00.02 – теорія і методика навчання (математика)

Одним із головних напрямків державної політики є розвиток та поширене використання комп'ютерної техніки, систем автоматизованого керування, систем моделювання технологічних процесів в усіх галузях виробництва, що призводить до підвищення попиту на фахівців із інформаційних технологій. Це обумовлює наявність суперечності між суспільними вимогами до якості підготовки фахівців з інформаційних технологій та відсутністю сучасного навчально-методичного забезпечення їхнього навчання математичних дисциплін і підтверджує *актуальність* дослідження Ірини Вікторівни Сітак «Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій».

Впровадження розробленої дисертантом комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій здійснювалось протягом 2011-2016 навчальних років. Участь у експерименті взяли 44 студенти перших курсів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» та 51 студент другого курсу спеціальності

124 «Системний аналіз». Теоретичні та практичні результати дослідження використовувались у навчальному процесі впродовж п'яти років. Застосування у навчальному процесі навчально-методичних матеріалів авторського сайту «Диференціальні рівняння» (<http://difur.in.ua/>) та навчального посібника «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь» дозволили вдосконалити аудиторне навчання, оптимізувати самостійну роботу студентів.

Розроблена І. В. Сітак методична система навчання диференціальних рівнянь сприяла позитивній динаміці розвитку вмінь студентів застосовувати процедури розв'язування диференціальних рівнянь різних типів, розв'язувати задачі математичного моделювання, уможливила покращення рівня ІКТ-грамотності майбутніх фахівців. Рівень вмінь застосування процедур розв'язування диференціальних рівнянь студентів експериментальної групи за період експерименту зріс 12 %, математичного моделювання – на 8 %, ІКТ-грамотність підвищилась на 18 %.


Запропонована І. В. Сітак комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій може бути рекомендована для використання в процесі підготовки майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій в інших вищих навчальних закладах.


Акт видано для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Проректор з наукової роботи
д-р хім. наук, професор



Завідувач кафедри вищої математики,
к. ф.-м. н., доцент


М. А. Турчанін


В. М. Астахов



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ ІНСТИТУТ

50006, вул. Степана Тільги 5, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., Україна
тел.(056) 409-73-61; факс (056) 409-73-56;
E-mail kminmetau@gmail.com Код ЄДРПОУ 40787933

03.03.2017 р. № 01/37-49

На № _____

Довідка

про впровадження результатів дослідження *Сітак Ірини Вікторівни*
«Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій»

на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності
13.00.02 – теорія і методика навчання (математика)

Запропоновані І. В. Сітак методика комп'ютерно-орієнтованого теоретичного та практичного навчання диференціальних рівнянь та методика управління самостійною діяльністю бакалаврів з інформаційних технологій, що забезпечують розвиток вмінь математичного моделювання та формування ІКТ-грамотності майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій.

Експеримент з перевірки результативності створеної комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій тривав протягом 2013-2016 навчальних років під час навчання студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». В експерименті брали участь 75 студентів. У процесі експериментальної роботи використовувався навчальний посібник «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь», навчально-методичні матеріали для організації комп'ютерно-орієнтованого навчання диференціальних рівнянь, що складають зміст навчального сайту «Диференціальні рівняння» (режим доступу <http://difur.in.ua/>).

Формувальний етап експерименту підтвердив результативність використання розробленої І. В. Сітак комп'ютерно-орієнтованої методичної системи, залучення якої у процесі навчання уможливило створення сприятливих умов для зростання рівня вмінь студентів застосовувати процедури розв'язування диференціальних рівнянь різних типів, розв'язувати задачі математичного моделювання, застосовувати засоби комп'ютерно-орієнтованих технологій.

Упровадження розробленої комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій сприяло зростанню ІКТ-грамотності студентів експериментальної групи на 16,3 %, покращенню рівня застосування процедур розв'язування диференціальних рівнянь на 13,6 %, позитивній динаміці рівня математичного моделювання – на 10,8 %.



Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Приазовський державний технічний університет»
ДВНЗ «ПДТУ»

вул. Університетська, 7, м. Маріуполь, 87500, тел./факс (0629) 33 34 16, факс (0629) 52 99 24
E-mail: office@pstu.edu, Web: http://www.pstu.edu, код ЄДРПОУ 02070812

30.03.2017 № 67/36 84 На № _____ від _____

Українська інженерно-педагогічна академія

Завідувачу відділом аспірантури

Лекомцеву В. М.

вул. Університетська, 16
м.Харків, 61003

АКТ

впровадження результатів дослідження
Сітак Ірини Вікторівни з теми **«Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій»**
на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності
13.00.02 – теорія і методика навчання (математика)

Згідно Національній стратегії розвитку освіти України на період до 2021 року, одним із пріоритетних напрямів державної політики є впровадження в Україні європейських стандартів навчання та вихід держави на провідні позиції у світі із розробки та застосування передових технологій, насамперед – інформаційних. Це зумовлює актуальність дослідження Ірини Вікторівни Сітак «Методика навчання диференціальних рівнянь майбутніх бакалаврів з інформаційних технологій».

Позитивний вплив створеної комп'ютерно-орієнтованої методичної системи на результативність опанування майбутніми бакалаврами з інформаційних технологій диференціальних рівнянь досліджувався протягом 2013-2016 рр. під час навчання 47 студентів спеціальності 113 «Прикладна математика» та 50 студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології».

Автором запропоновано методичну систему, що уможливила удосконалення підходів до навчання диференціальних рівнянь через збільшення уваги до розвитку вмінь математичного моделювання, формування ІКТ-грамотності майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. При проведенні практичних занять з диференціальних рівнянь було використано матеріали навчального посібника «Комп'ютерно-орієнтовані практичні заняття з диференціальних рівнянь», для організації самостійної роботи студентів були задіяні навчальні та методичні матеріали навчального сайту «Диференціальні рівняння» (режим доступу <http://difur.in.ua/>).

На формувальному етапі експерименту було підтверджено, що розроблена І. В. Сітак комп'ютерно-орієнтована методична система уможливила позитивний перерозподіл умінь студентів із застосування процедур розв'язування диференціальних рівнянь різних типів, із математичного моделювання. У порівнянні з констатувальним етапом експерименту рівень вмінь студентів експериментальної групи із застосування процедур розв'язування диференціальних рівнянь зріс на 12,3 %, математичного моделювання – на 10,2 %, ІКТ-грамотність покращилась на 14,3%.

Викладачі відзначили високий рівень запропонованих дисертантом навчально-методичних матеріалів та рекомендували їх для застосування під час навчання диференціальних рівнянь у вищих технічних навчальних закладах.

Акт видано для пред'явлення за місцем захисту дисертації.

Перший проректор

Завідувач кафедри вищої та прикладної математики, професор, д.ф.-м.н.



В.М. Євченко

О. М. Холькін